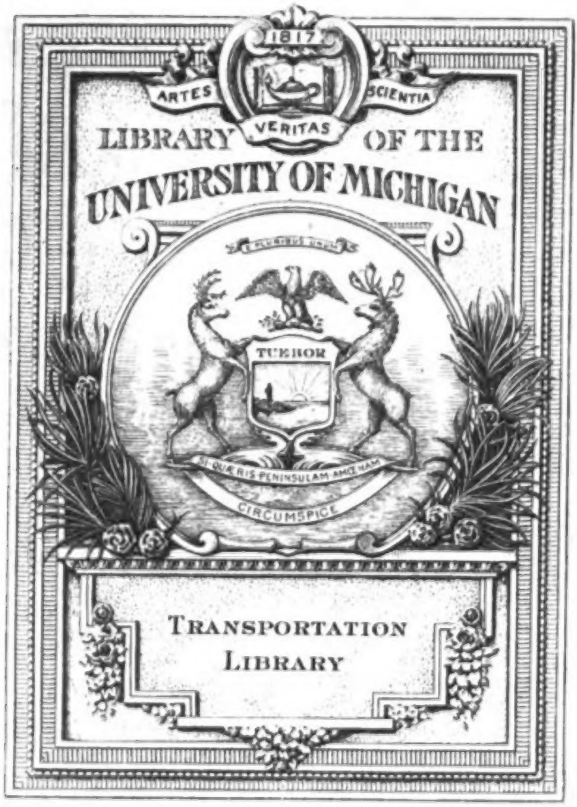
A 758,013

Digitized by Google

15 plates (no 16 wanting?)
2 folding Tables



1817
ARTES VERITAS SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUÆRIS PENINSULAM AMŒNAM
CIRCUMSPICE
TRANSPORTATION
LIBRARY

Digitized by Google

Transpo
Libr
T
14
.H3

Digitized by Google

Digitized by Google

Praktisches Handbuch

über die

Anlage von Eisenbahnen,

ihre

Kosten, Unterhaltung und ihren Ertrag,

über die

Anfertigung und Prüfung

guß- und stabeiserner Schienen,

und die

Einrichtung

der

Dampf- und anderen Eisenbahnwagen.

Nebst anhangsweisen

Betrachtungen über die Anwendung der Dampfwagen auf gewöhnlichen Kunst-Straßen.

Nach den besten

deutschen, englischen und französischen Hülfsmitteln

bearbeitet von

Dr. Karl Hartmann,

Herzogl. Braunschweig'schem Berg-Kommissair, mehrerer Gelehrten- und Gewerbsvereine Mitgliede.

Mit 16 lithographirten Tafeln.

Augsburg, 1837.

v. Jenisch- und Stage'sche Buchhandlung.

Digitized by Google

Grafton
9-4-30

Vorrede.

In den letzten zehn Jahren hat kein Gegenstand die öffentliche Aufmerksamkeit so in Anspruch genommen, als die Eisenbahnen. Schon seit länger als ein einhalb Jahrhunderten gemacht, blieb diese so wie manche andere Erfindung in ihrem Keime, bis das Bedürfniß der Zeit die Menschen dahin führte, ihre Anstrengungen und Talente auf Vervollkommnung dieses wichtigen Gegenstandes zu verwenden.

Jahrtausende bewegte sich der Handel auf schlechten, häufig unfahrbaren Straßen, langsam von einem Punkte der Erde bis zum andern und war in den

Digitized by Google

Händen jedes Landes ein Monopol weniger Personen. Mit der Entwickelung des Menschengeschlechts befreiete sich der Handel immer mehr und mehr von seinen Fesseln; er bewegte sich rascher, der Umsatz der Kapitalien nahm zu, die Monopole hörten auf und es nahmen mehr Personen an den Früchten des Handels Theil. Erst später erkannten Engländer und Amerikaner, daß das wahre Princip des Handels ein möglichst rascher und häufiger Umsatz der Kapitalien, und daß daher Hauptbedingung für das Blühen des Handels wohlfeile und schnelle Communication sey. Es entstanden daher die Eisenbahnen, als ein Werk der Nothwendigkeit, gegen deren Nutzen zu streiten, ganz fruchtlos wäre.

Die Literatur blieb nicht zurück; das am Werke angehängte Verzeichniß der wichtigsten Schriften über Eisenbahnen und Transport auf denselben zeigt, wie viel in den letzten 10 bis 15 Jahren über den Gegenstand geschrieben worden ist. Jedoch fehlte es in Deutschland noch immer an einem Werke, welches die große Menge trefflicher, einzelner Arbeiten über Eisenbahnen, die in sehr vielen, zum Theil theuren und unzugänglichen Zeitschriften und Gesellschafts-Verhand-

Digitized by Google

lungen vorhanden sind, zusammengestellt enthält und es bedarf daher meinerseits wohl keiner Entschuldigung, daß ich ein solches, sicher nicht leichtes, Unternehmen gewagt habe. Wie mir die Ausführung desselben gelungen, muß ich dem Urtheil des sachvertrauten Publikums anheim stellen.

Es wird das Werk nicht allein für den eigentlichen Techniker, sondern auch für den Staatsmann, für den Actionair bei Eisenbahn-Unternehmungen von Nutzen und Interesse seyn; jedem Gebildeten aber wird es eine leicht verständliche Ansicht von dem ganzen System des Eisenbahnwesens, mit Hülfe einer ganzen Reihe recht deutlicher Abbildungen geben. Um dem letztern Zweck zu entsprechen sind auch mathematische Formeln so viel als thunlich vermieden, oder auf eigene Abschnitte beschränkt worden, die denn vorzüglich für diejenigen Interesse haben, welche der strengen mathematischen Behandlung der verschiedenen Hauptsätze bedürfen.

Die Quellen, aus denen ich schöpfte, sind immer genau angegeben. Diese Citate und eine Uebersicht der Literatur der Eisenbahnen, wird den Bedürfnissen

Digitized by Google

derjenigen entsprechen, welche sich über einzelne Gegenstände näher unterrichten wollen.

Um das Werk dem Publikum recht schnell übergeben zu können, und um dessen Anschaffung zu erleichtern, fand es die Verlagshandlung für zweckmäßig, dasselbe heftweise auszugeben. Deßhalb und weil ich noch im Laufe der Arbeit wichtige Materialien erhielt, mußte Einiges in Anhängen aufgeführt werden, wodurch jedoch der Zusammenhang des Ganzen keineswegs gestört ist.

Braunschweig, im Januar 1837.

Karl Hartmann.

Digitized by Google

Inhaltsverzeichniß.

Erſtes Kapitel. Beſchaffenheit der Eiſenbahnen S. 1. — Geſchichte S. 3. — Nutzen S. 6. Verſchiedene Arten der Eiſenbahnen in Beziehung auf Zweck und Conſtruction S. 12. — Ueberſicht der wichtigern Eiſenbahnen in verſchiedenen Ländern S. 14.

Zweites Kapitel. Allgemeine Betrachtungen über Erſparung an Transportkraft und Transportkoſten durch Eiſenbahnen, ſo wie über Vergrößerung der Geſchwindigkeit des Transports S. 42.

Drittes Kapitel. Von der Beſchaffenheit, Anfertigung, Prüfung und Unterſtützung der Schienen. — Rinnenſchienen S. 78. — Stabſchienen S. 80. — Schienenſtühle S. 82. — Gußeiſerne Schienen S. 84. — Gewalzte eiſerne Schienen S. 86. — Anfertigung derſelben S. 87. — Prüfung und Vergleichung der Tragkraft guß- und ſtabeiſerner Schienen S. 90. — Vergleichung der gewalzten Schienen von verſchiedener Geſtalt S. 102. — Unterſtützung der Schienen S. 105. —

Viertes Kapitel. Auswahl einer Eiſenbahnlinie S. 111. — Allgemeines Verfahren bei dem Bau einer Eiſenbahn S. 113. — Breite der Eiſenbahnen und Ausweichſtellen S. 117. — Drehſcheiben S. 121. — Durchſchneiden der Chauſſeen und Wege durch Eiſenbahnen S. 123. — Einſchnitte in das Terrain und Aufſchüttungen S. 124. — Stellen über und unter der Erde S. 129. —

Fünftes Kapitel. Von den zum Transport auf Eiſenbahnen angewendeten Wagen S. 132. — Räder S. 137. — Axen S. 138. — Büchſen oder Axenlager S. 139. — Federn S. 140. — Bremſen S. 142. — Verkuppelungen S. 143. — Wagen zum Erdtransport S. 144. — Wagen zum Kohlentransport S. 145. — Guß der harten Räder S. 147. — Wagen zum Perſonentransport S. 149. — Mittel zum Auf- und Abladen S. 149.

Sechstes Kapitel. Von den Dampfwagen. — Geſchichte und Allgemeines S. 156. — Specielle Beſchreibung eines Dampfwagens S. 199. — Die Maſchine im Allgemeinen S. 200. — Die einzelnen Theile: das Wagengeſtell S. 204. — Keſſel mit Zubehör S, 206. — Speiſung des Keſſels S. 212. — Uebertragung der Bewegung S. 213. — Steuerung S. 218. — Räder, Axen und Büchſen S. 222. — Vorrichtungen zum Schmieren S. 225. — Der Munitionswagen S. 227. — Effect der Maſchine S. 228. — Koſten der Maſchine und des Betriebs S. 231. — Betrieb des

Dampfwagens S. 235. — Vergleichung des Transports durch Dampfkraft mit dem durch Pferdekraft S. 239. — Widerstand der Wagen auf Schienenwegen S. 247. — Reibung bestimmt durch das Dynamometer S. 258. — Reibung bestimmt durch den Reibungswinkel S. 259. — Versuche über die Reibung der Wagen S. 264. — Versuche über die Reibung der Wagen ohne Federn S. 273. — Einwirkung des Fuhrwerks auf die Eisenbahn Seite 275.

Siebentes Kapitel. Wirkung der Schwere auf Abhängen zur Bewegung der Fuhrwerke durch Bremsberge oder selbstwirkende Rampen S. 285. — Beschreibung mehrerer englischer Bremsberge Seite 295.

Achtes Kapitel. Feststehende Dampfmaschinen und Bewegung auf den Bahnrampen S. 312.

Neuntes Kapitel. Von den undulirenden oder wellenförmigen Eisenbahnen S. 322.

Zehntes Kapitel. Von den schwebenden Eisenbahnen S. 336. — Beschreibung mehrerer Bahnen der Art S. 341.

Eilftes Kapitel. Ausbesserungen der Schienenwege S. 349. — Einfriedigung derselben S. 351. — Ableitung des Wassers aus der Bahn S. 351. — Erhaltung der Eisenbahnen S. 352.

Zwölftes Kapitel. Anordnung der Schienenwege im Allgemeinen S. 354. — Schienenstraßen für große Geschwindigkeiten S. 362. — Krümmungen der Eisenbahnen S. 368.

Dreizehntes Kapitel. Von den Kosten, welche die Anlage der Eisenbahnen verursachen, so wie von dem Verhältniß der Bruttoeinnahme zur Nettorevenüe bei verschiedenen Eisenbahnen.

Vierzehntes Kapitel. Allgemeine Regeln für Eisenbahn-Anlagen Seite 390.

Anhang I. Von den Dampfwagen auf Chausseen S. 412.

Anhang II. Die Eisenbahnen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika S. 436.

Anhang III. Von den Mitteln zur Ueberwindung von Terrain-Schwierigkeiten S. 510.

Anhang IV. Literatur der Eisenbahnen S. 530.

Erstes Kapitel.

Beschaffenheit der Eisenbahnen. — Geschichte; — Nutzen derselben. — Verschiedene Arten der Eisenbahnen in Beziehung auf Zweck und Construction. — Uebersicht der wichtigern Eisenbahnen in verschiedenen Ländern.

Von allen neuern Erfindungen hat wohl keine in einem so hohen Grade die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich gezogen, als die Eisenbahnen und Dampfwagen, als Mittel zur Beförderung des allgemeinen Verkehrs.

Eisenbahnen oder Schienenwege (Rail ways Rail roads im Englischen, Chemins à ornières, Chemins de fer im Französischen) sind Straßen oder Wege, deren Gleise aus ebenen eisernen Schienen bestehen, die möglichst horizontal und genau parallel liegen und auf denen sich die Räder von Fuhrwerken bewegen, und zwar wegen der gleichen Fläche und Glätte einer solchen Bahn mit ungleich geringerer Kraftanstrengung, als auf gewöhnlichen Straßen. Denn auf den Eisenbahnen verschwindet der Widerstand der Räder an dem Umfange beinahe, so daß nur der Reibungswiderstand an der Axe in Betracht kommt, während auf gewöhnlichen Straßen jener Widerstand auf dem Boden, oder an dem Radumfange sehr bedeutend ist, so daß im Mittel der Widerstand auf gewöhnlichen Straßen zu jenem auf einer Eisenbahn, sich wie 10 : 1 verhält.

Die Anwendung der Eisenbahnen, dieser mächtigen Beförderungsmittel des Verkehrs, der Industrie, der Bildung, die jetzt immer allgemeiner zu werden versprechen, war vor wenigen,

Jahren noch sehr beschränkt, und dieß muß um so mehr in Erstaunen setzen, da die Einrichtung der Schienenwege im Allgemeinen sehr einfach, der Transport auf denselben aber ebenso wohlfeil als wirksam ist. Man benutzte sie früher hauptsächlich um Kohlen, Erze, Schlacken, Steine, von dem Ursprungs- nach einem bestimmten Verbrauchs-Orte zu bringen. An einigen Punkten sind sie zur Verbindung einzelner Kanaltheile gebraucht worden, besonders wo auf kurze Entfernungen große Niveau-Unterschiede eine Wasserverbindung sehr erschwert haben würden.

Schon die alten Römer erkannten die Vortheile einer glatten Fahrbahn; in der noch ziemlich gut erhaltenen appischen Straße, welche aus fest zusammen gefügten Steinen bestand, waren Geleise eingehauen, andere Römerstraßen waren mit einer steinartig erhärteten Mörtelmasse überzogen, so daß sie eine fortlaufende glatte Steinfläche, wirkliche Steinbahnen bildeten. Der vollkommene Straßenbau der Römer wurde nach dem Sturze ihres Reichs vergessen, oder nur an einzelnen Orten befolgt. So findet man Florenz-Gleisen von glattem und ebenem harten Marmor, wogegen die Bahn für die Pferde aus gewöhnlichem Pflaster besteht. Aehnliche Bahnen von behauenem Granit findet man auch in London, um Frachten darauf zu transportiren, und in Schottland, so wie auch z. B. auf manchen Brücken in Braunschweig, findet man solche Bahnen aus dicken Platten von Gußeisen.

Um das Fortschieben der Schiebkarren zu erleichtern, legten die Arbeiter schon seit den ältesten Zeiten Bretter unter und besonders war dieß in den deutschen Bergwerken der Fall. Später wurden die Karren durch Wagen (Hunde) ersetzt, deren Räder auf Brettern oder auf hölzernen Stangen von prismatischem Durchschnitt, die horizontal neben einander gelegt worden, laufen. Die Räder haben eine verschiedenartige Konstruktion. Ein Arbeiter konnte dabei schon viermal mehr fortschieben, als auf dem gewöhnlichen Erdboden.

Ums Jahr 1680 kamen die Holzbahnen (Hundegestänge, Hundsläufe) durch deutsche Bergleute nach England und wurden zuerst in der Gegend von Newcastle am Tyne zum Transport der Kohlen, von den dortigen Gruben nach den Ladeplätzen am Fluß Tyne, benutzt. Man machte die Gleise von Eichen-, Buchen- oder Birkenholz, das auf hölzernen Unterlagen ruhete. Die Räder bestanden aus Gußeisen oder waren mit eisernen Reifen beschlagen und ein vorstehender Rand oder Pfalz erhielt sie auf der Bahn. Der Ziehweg für die neben oder hintereinander gespannten Pferde war zwischen der Holzbahn; ein gewöhnliches Pferd konnte 60 Ctr. Kohlen ziehen, also das Dreifache von dem was es auf einem gewöhnlichen Wege zu ziehen vermag. Bei den Berg- und Hüttenwerken und Steinbrüchen verbreiteten sich diese Holzbahnen bald weiter, allein es dauerte lange ehe man sie durch Eisenbahnen ersetzte. Holzmangel und theure Preise dieses Materials, waren zunächst die Veranlassung dazu. Auf den großen Eisenwerken von Coalbrookdale in der englischen Provinz Shropshire befanden sich sehr ausgedehnte Strecken solcher Holzbahnen zum Transport der Erze, Kohlen, Schlacken ꝛc.

Als nun einst der Absatz des Roheisens stockte, die stete Ausbesserung der hölzernen Bahnen aber große Kosten veranlaßte, schlug der bekannte Ingenieur John Wilkenson den Eigenthümern der Werke [1]) vor, gußeiserne Schienen statt der hölzernen Gestänge zu nehmen und sie wieder mit diesen zu vertauschen, wenn das Eisen verkauft oder anderweitig zum Vergießen oder Erfrischen benutzt werden könne. Indessen zeigten sich die eisernen Schienen so vortheilhaft, daß man sie nicht wieder wegnahm, sondern im Gegentheil die noch vorhandenen hölzernen überall durch eiserne ersetzte.

Die eisernen Schienen wurden von nun an immer allgemeiner. An andern Orten beschlug man die hölzernen Gestänge mit Eisenblech oder beschlug sie auch mit geschmie-

---

1) Im Jahre 1738 (?)

deten eisernen, sehr langen Schienen. Man fand schon damals den Vorzug der letztern vor den gußeisernen. Sie veranlaßten weniger Fugen, sie sprangen im Winter nicht so leicht als gußeiserne, auch war ihre Abnutzung weniger zu bemerken, als bei letztern. Ein großer Uebelstand war der, daß besonders die gußeisernen Schienen zu leicht zersprangen. Der Grund davon lag darin, daß man sich zu großer und zu schwer beladener Wagen bediente, deren Gewicht die Schienen nicht zu widerstehen vermochten. Es dauerte bis zum Jahre 1786 ehe man dieses Hinderniß durch die ganz einfache Einführung kleinerer Wagen, mit eisernen Rädern, welche der Ingenieur Rich. Lovell Edgeworth zuerst bewerkstelligte, zu beseitigen anfing. Statt der ehemaligen großen, mit 80 Centner und darüber belasteten Wagen, bediente man sich kleiner, von denen mehrere an einander gehängt wurden, deren jeder nur 30 bis 40 Centner enthielt, so daß der Druck auf jeden einzelnen Punkt, das Gewicht des Wagens mit eingerechnet, nie mehr als 9 bis 12 Centner betragen konnte.

Seit dieser Epoche wurden die Eisenbahnen in England bei Berg- und Hüttenwerken, Fabriken und Manufakturen, überhaupt wo eine große Masse regelmäßig zwischen zwei festen Endpunkten zu transportiren war, immer allgemeiner. Anfänglich wendete man dieselben, wie schon bemerkt, nur auf ein ziemlich kleines Terrain an; Berge zu überschreiten steckte ihnen ein Ziel. Bald zeigte es sich aber von besonderem Nutzen, auf ihnen Massen von der Höhe in die Tiefe zu lassen; ganze Kanalböte wurden mittelst Schienenwegen auf geneigte Ebenen, zwischen den Kanaltheilen hinabgelassen und herauf gezogen. Aehnliche geneigte Ebenen setzte man mit beinahe horizontalen Schienenwegen in Verbindung und so war die Möglichkeit dargeboten, jede Terrain-Schwierigkeit mit denselben zu überwinden. Lange Zeit haben die Schienenwege nur eine sehr eingeschränkte Anwendung gehabt, indem zur Verbindung weiter entfernter Punkte außerordentliche Anlagen von Kanälen in England sowohl als

auch in den Niederlanden, Frankreich und theilweise auch in Deutschland gemacht wurden, nachdem die ersten, Sankey-Kanal 1755, Bridgewater 1758, (beide in England) ihren Zweck so vollkommen entsprochen hatten. Ist die theure Anlage einmal gemacht, so ist Kanal-Transport selbst sehr wohlfeil, und — sofern Speisewasser gehörig vorhanden sind, — auch regelmäßig, wenn man den Frost des Winters ausnimmt. Es giebt jetzt in England ohngefähr 80 Kanäle, zusammen 2700 engl. Meilen lang, in Frankreich vielleicht nur ein Fünftheil so viel, indessen sind viele weit davon entfernt, die Anlagekosten gehörig zu verzinsen und bei mehr den 40 haben die Aktien nur den halben oder einen noch geringeren Werth der ersten Auslage. Es giebt eine Grenze der Geschwindigkeit, welche die Kanalböte nur mit außer verhältnißmäßigem Aufwande von Kraft übersteigen können; die Quantität der Speisewasser setzt außerdem den zu transportirenden Massen ihre Grenzen; das Terrain nöthigt zu langen Umwegen oder macht die Anlage außerordentlich schwierig. Diese Umstände haben es möglich gemacht, daß Schienenwege nicht allein mit Kanälen wetteifern, sondern auch besser rentiren können, wie dieß eine Vergleichung des Schienenwegs und der Kanäle zwischen Liverpool und Manchester zeigt. Schienenwege sind auch im Allgemeinen viel geeigneter mit Kanälen verglichen zu werden und diese zu vertreten und zu ersetzen, als mit Chausseen, welche wenigstens bis jetzt, durch dieselben nicht verdrängt werden können. Das Terrain beschränkt die Anlage von Chausseen nur sehr wenig; dieselben sind nicht an bestimmte Abtheilungen des Ansteigens, des Fallens und der Horizontale gebunden, und erlauben die Bewegung einer jeden Art von Fuhrwerk eine allgemeinere Anwendbarkeit. Dagegen ist die Unterhaltung und der Transport bei weitem kostspieliger, als dieß bei Schienenwegen der Fall ist.

Lange Zeit waren Pferde die einzig bewegende Kraft, welche man auf Schienenwegen und auch auf Kanälen gebrauchte; auf letztern noch gegenwärtig, wenn man die ge-

neigten Ebenen davon ausschließt, auf denen Dampfmaschinen und Wasserräder als bewegende Kräfte benutzt werden. Seit dem Anfange dieses Jahrhunderts hat man Dampfwagen construirt und durch diese auf den Schienenwegen die Pferde zu ersetzen gesucht, welches auch in neuester Zeit vollkommen gelungen ist, obwohl dabei immer noch gewisse Beschränkungen stattfinden. Bei geneigten Ebenen werden, bei gewissen Steigungswinkeln derselben, allgemein feststehende Dampfmaschinen angewendet, um die Lasten fortzuschaffen. Bis 1794 hatte man in England noch keine bedeutende öffentliche Eisenbahn; seit 1824 werden sie erst zur Fortschaffung von Personen angewendet.

Es ist bei Schienenwegen so sehr viel, in Rücksicht auf ihren Zweck, auf das Terrain, welches sie durchschneiden, auf die Art ihrer Anlage, auf die bewegenden Kräfte, auf deren mechanischen Effect, auf die Kosten der Anlage, Unterhaltung und ihren gesammten ökonomischen Zweck zu bemerken, daß sie künftig einen weitläuftigen Theil in der Civilbaukunst einnehmen werden, der jedoch erst seit wenigen Jahren Gegenstand einer wissenschaftlichen Bearbeitung und weit entfernt ist, erschöpft zu seyn.

Sich über den Nutzen der Eisenbahnen nur einigermaßen erschöpfend auszulassen, würde zu weit führen; wir ziehen es vor, unsern Lesern denselben durch ein besonderes Beispiel recht augenscheinlich zu machen. Es ist dies von der vollendetsten Anlage dieser Art in England, von der Liverpool-Manchester Eisenbahn entnommen. Wir geben dabei kurz wieder, was ein hochachtbarer technischer Schriftsteller der neuesten Zeit, Dr. Egen in Elberfeld, welcher jene Bahn selbst sehr genau sah, darüber sagt [1]).

Die Eisenbahn zwischen Manchester und Liverpool ist in dreifacher Beziehung eine der beachtungswerthsten Erscheinungen in dem weiten Gebiet der Gewerbthätigkeit. Die Anlage ist erstens an sich sehr großartig und so zweckmäßig und vor-

---

1) Verhandlungen des Berliner Gewerbevereins 1833, VI. 286 ꝛc.

trefflich ausgeführt, daß sie für ähnliche Werke als Muster aufgestellt werden kann. Die Liverpool-Manchester Eisenbahn ist ferner die erste, welche mit guten Kanälen in Concurrenz trat und in diesem Wettstreit den Sieg davon getragen hat. Endlich ist auf dieser Bahn ein Transportmittel, die Dampfwagen, in Anwendung gebracht, welches an Schnelligkeit die schnellsten Kutschen der Welt, die englische Meil, um das Doppelte übertrifft.

Die beiden Städte Liverpool und Manchester bilden die Centralpunkte eines unermeßlichen Verkehrs und einer unermeßlichen Betriebsamkeit. Fast der ganze nordamerikanische Handel knüpft sich an Liverpool; 1831 gingen $^8/_9$ aller Baumwolle in seinen Hafen ein. Jährlich laufen an 12,000 Schiffe mit einem Gehalt von $1^1/_2$ Millionen Tonnen, in denselben aus und ein. — Auf der andern Seite stellt sich uns Manchester mit seiner Gewerbthätigkeit eben so großartig dar.

Andr. Thomson machte 1739 eine Reise von Glasgow nach London zu Pferde; er traf die erste Kunststraße (turnpike road) zu Grandham an. Bis zu dieser Stadt war nur ein schmaler Straßendamm (causeway) vorhanden, auf welchem die Güter auf dem Rücken der Pferde transportirt wurden, die ihm in Zügen von 30 bis 40 begegneten. Der Damm war so schmal, daß, um den Transportzügen auszuweichen, er denselben mit seinem Pferde verlassen mußte. Postkutschen mit Pferdewechsel scheinen vor 1750 in England nicht bestanden zu haben.

Manchester und Liverpool sind durch 3 Kanäle, durch 2 Kunststraßen und seit 1830 durch die Eisenbahn verbunden, die bereits nach Birmingham weiter führt und auch bis London fortgeführt werden soll.

Um den Nutzen und die Vorzüge der Eisenbahnen deutlich zu machen, wollen wir nun zuvörderst eine Uebersicht des Verkehrs auf verschiedenen englischen Landstraßen und Kanälen aufstellen, und die Fortschritte andeuten, die im Laufe der Zeiten gemacht wurden. 1770—1773 ging zwischen Liverpool und Manchester täglich eine einzige Kutsche,

den einen Tag hin, den andern Tag her; es machten den Weg daher täglich ungefähr 10 Reisende. Der 36 englische (7, 8 deutsche) Meilen betragende Weg wurde in 12 bis 16 Stunden, also für damalige Zeit ziemlich rasch zurückgelegt. Aber wie ist das anders geworden in dem kurzen Zeitraume von fünfzig Jahren. Vor Eröffnung der Eisenbahn gingen 29 Kutschen täglich zwischen beiden Städten, welche gegen 600 Reisende beförderten. Die Kutschen gehörten mit zu den schnellsten in England, sie legten 10 englische fast 2, 2 deutsche in der Stunde zurück, und machten also den Weg in $3^3/_5$ Stunden. Die Eisenbahn befördert jetzt täglich ungefähr 1400 Reisende.

Die Waarentransportmittel zwischen den beiden Städten vor Anlage der Bahn erfolgten mittelst der drei Kanäle und durch eine Menge von Frachtfuhrleuten, deren Wagen wie bei uns die Postwagen, zur bestimmten Stunde abgehen und ankommen. Sie beförderten z. B. Güter auf dem 40 deutsche Meilen langen Wege von Manchester nach London in 34 Stunden.

Das Personengeld auf der Außenseite der englischen Personenwagen und der deutschen Schnellposten, ist sich ziemlich gleich, beträgt 8 Gr. für die deutsche Meile, allein erstere ahren doppelt so schnell als letztere und legen durchaus keinen Zwang auf. Auf den Kanalböten beträgt das Fuhrgeld ohngefähr die Hälfte von dem auf der Außenseite der Kutschen.

Mit solchen Kommunikationsmitteln, mit den besten Personenwagen, mit den besten Wasserstraßen, mußte nun die Eisenbahn in die Schranken treten. Den Personenverkehr hat sie ganz an sich gezogen; das Personengeld beträgt ohngefähr nur die Hälfte von dem, was für die Kutschen gezahlt wird, und dennoch geht die Fahrt doppelt so rasch, als mit den besten der Ersten. Gegen solche Vortheile mußten daher die Kutschen gänzlich zurücktreten. Schwerer war der Wettstreit mit den durch viele Nebenumstände begünstigten Kanälen; allein durch niedrige Frachtsätze, die nur $^1/_3$ von den

auf den letztern üblichen, d. h. ungefähr 8½ Pfennig für den Centner auf die deutsche Meile und für Kohlen, Steine ꝛc. noch weniger, betragen, ist es der Eisenbahn gelungen, immer mehr Fracht an sich zu ziehen.

Wir geben nun noch eine Uebersicht des Verkehrs auf der Liverpool-Manchester Eisenbahn vom Jahre 1832 [1]). Es wurden durch 5999 Fahrten 356,945 Reisende befördert, zwischen Manchester und Liverpool 125,887 Tonnen und zwischen Bolton und Liverpool 33,556 Tonnen Güter durch 3927 Fahrten transportirt, ferner 69,396 Tonnen Steinkohlen durch 445 Fahrten. Das gesammte Transportquantum beträgt also 228,839 Tonnen und die Gesammtzahl der Fahrten 10,371. An Sonn- und Feiertagen werden keine Güter transportirt und es gehen dann nur 4 Wagenzüge mit Personen ab. — Mit jeder Fahrt wurden durchschnittlich 60 Personen transportirt. Die angewendeten Maschinen hatten 10 Pferdekräfte und können, ohne verminderte Geschwindigkeit, 200 Personen mit Gepäck fortschaffen, ja bei einer Gelegenheit brachte eine Maschine 800 Personen in einer Stunde 3⅕ deutsche Meilen weit von Newton nach Liverpool. Der Gütertransport auf der Bahn mag ⅖ von dem Gesammttransport auf der Bahn betragen. Die dazu angewendeten Dampfwagen ziehen eine jede durchschnittlich 64 Tonnen mit der mittleren Geschwindigkeit von 2½ deutschen Meilen in der Stunde. Wie sehr der Verkehr im Steigen begriffen ist, geht daraus hervor, daß im Jahre 1833 ungefähr 277,000 Tonnen Fracht und 430,000 Personen transportirt wurden. — In diesen Thatsachen liegt nun wohl ein evidenter Beweis des großen Uebergewichts der Eisenbahnen über Kanäle. Im Winter sind die Fahrten wohl einmal aufgehalten, aber nicht unterbrochen worden.

---

1) Wir wählen dieses Jahr, in welchem der Personenverkehr der Cholera wegen, nicht sehr bedeutend war, weil die von Herrn Egen mitgetheilten Angaben sehr genau sind und um einen Vergleich mit einem spätern Jahr machen zu können.

Um aber ihren Nutzen für die Gewerbe recht augenscheinlich zu machen, theilen wir hier Einiges aus dem Vergleich mit, den Herr Egen zwischen den so eben bezeichneten Kommunikationsmitteln einer englischen mit den weiter anzudeutenden einer deutschen Fabrikstadt anstellt. Er wählt zu diesem Vergleich die Zwillingsstadt Elberfeld = Barmen, mit 60,000 Einwohner und einer sehr stark bewohnten Umgegend, welche unter den deutschen Städten noch am besten eine Parallele mit Manchester aushalten dürfte und wo alle Elemente vorhanden sind, daß hier bei umsichtigem Schutze dem Vaterlande einst ein zweites Manchester emporblühe. Das Wupperthal hat weder Wasserstraße noch Eisenbahn zu benutzen und steht daher gegen jeden englischen Fabrikort sehr zurück; auf den von ihm ausführenden Kunststraßen kostet die Fracht über 2½ Mahl mehr als in England. Die Steinkohlen von der 4 Meilen davon entfernten Ruhr kosten fast eben so viel als in London, wohin sie erst über 80 deutsche Meilen zu Schiffe transportirt werden müssen. — Man berücksichtige aber besonders das Folgende: Sieht ein Spinner zu Manchester, daß er in ein paar Tagen mit seinem Wollvorrath zu Ende kommt, so setzt er sich Morgens 7 Uhr auf den Eisenbahnwagen, ist um 8½ Uhr in Liverpool, frühstückt, benutzt die ganze Geschäftszeit zu seinem Wolleinkauf, läßt die Ballen zum Eisenbahnhof bringen, und ist Abends mit seiner Wolle wieder in Manchester. Er steckt sein ganzes Kapital in seine Anlagen, zum Betrieb bedarf er nur geringer, weil er weder Woll = noch Garnvorräthe hat. Der Elberfelder Spinner muß dagegen in wenigen Ankäufen seine Wolle aus London oder Liverpool beziehen, sich wenigstens in der günstigen Jahrszeit für den Winter versorgen. Diese Einkäufe besorgt ihm ein Fremder, er kann keine günstige Konjunctur benutzen, die Wolle ist oft Monate lang unterwegs; sie wird aus dem Seeschiff ins Rheinschiff und aus diesem auf die Frachtkarre verladen; der Transport ist allen Vexationen des Ausländers und seinen Frachtsätzen preisgegeben, gegen die er sich nicht durch eine Beziehung auf

einem andern Wege schützen kann. Er muß ein größeres Kapital auf den Betrieb seiner Fabrik als auf ihre Anlage verwenden, muß Kaufmann und Fabrikant in einer Person seyn.

So weit steht die gewerbreichste Gegend am Rhein noch gegen England in den Kommunikationsmitteln zurück und doch sind diese von der höchsten Bedeutung für ein Land; sie bilden das belebende Princip für alle Gewerbthätigkeit und Kultur, und ihre durchgreifende Wichtigkeit ist in neuester Zeit vielfach anerkannt. Daher ist denn auch, wie ein ausgezeichneter Techniker, Her Geheimrath Crelle in Berlin [1]) sehr richtig bemerkt, das Bestreben, welches sich in der neuesten Zeit auch in Deutschland offenbart, sich des Nutzens, den die Eisenbahnen einem Lande zu gewähren vermögen, theilhaftig zu machen, unstreitig höchst erfreulich; und noch erfreulicher wird es seyn, wenn man, wie es auch wirklich scheint, damit von Worten bald zur That übergehen sollte; denn groß ist wahrlich der Nutzen einer so bedeutenden Erleichterung und Beförderung des Verkehrs. Die Dampfschifffahrt auf dem Meere und auf den Binnengewässern und die Eisenbahnfahrt auf dem Lande, müssen nothwendig die Menschen wieder um Vieles einander näher rücken, und werden den geistigen, geselligen und Handelsverkehr so mächtig beleben, daß die Völker in der Civilisation und die einzelnen in der richtigen Einsicht in ihre wahren Interessen einen neuen großen Fortschritt zu machen nicht verfehlen können.

Der Nutzen der Eisenbahnen für den Verkehr ist im Allgemeinen zweifach: Erstlich kann durch die nämliche Kraft, welche mit einer gewissen Geschwindigkeit auf Chausseen eine gewisse Last fortschafft, auf Eisenbahnen eine bedeutend größere Last transportirt werden, oder umgekehrt,

---

1) In einer sehr zu empfehlenden kleinen Schrift: „Einiges allgemein Verständliche über Eisenbahnen, insbesondere als Privatunternehmungen, für alle diejenigen, welche sich dafür interessiren und besonders für diejenigen, so als Aktionairs daran Theil zu nehmen geneigt sind," Berlin 1835.

zur Fortschaffung der nämlichen Last mit der nämlichen Geschwindigkeit ist auf der Eisenbahn bedeutend weniger Kraft nothwendig, als auf der Chaussee, so daß also auf der Eisenbahn an Transportkraft und folglich an Transportkosten bedeutend gespart wird. Dieser Gewinn kommt daher, daß theils eine Eisenbahn glatter und härter ist, als eine Chaussee, theils daß die Fuhrwerke auf dem glatten Wege vortheilhafter gebauet werden können.

Zweitens sind Eisenbahnen insbesondere geeignet, Lasten, durch Benutzung der Dampfkraft, mit einer so großen Geschwindigkeit fortzuschaffen, wie sie sich selbst durch die schnellsten Pferde nicht erreichen läßt; was für Reisende und zum Theil für den Transport von Waaren, so wie für andere besondere, örtliche Zwecke, große Vortheile haben kann.

Es haben zwar in der neuern Zeit Versuche gezeigt, daß durch Dampfkraft auch auf Chausseen Fuhrwerke mit sehr großer Geschwindigkeit fortgeschafft werden können; allein es ist noch nicht erwiesen, daß von den Dampfwagen, die wegen der Dampfmaschine, welche sie mit sich führen müssen, immer sehr schwer sind, und die, wenn sie sich auch leichter bauen ließen, nothwendig immer ein bedeutendes Gewicht haben müssen, damit ihre Räder fest genug eingreifen, um noch andere Lasten wie die eigenen mit sich fort zu ziehen und nicht etwa blos gleitend sich zu drehen, ohne sich fortzubewegen, der Angriff auf die Chaussee diese nicht so schnell und stark zerstöre, daß der Verlust gegen den Gewinn außer allem Verhältniß und größer ist, als der Betrag der Zinsen der höhern Baukosten von Eisenbahnen. Man muß also, wenigstens vor der Hand, die Geeignetheit für die Benutzung der Dampfkraft zur Fortschaffung von Fuhrwerken, den Eisenbahnen fast noch ausschließlich zugestehen.

Von den verschiedenen Arten der Eisenbahnen.

Alle Eisenbahnen lassen sich, ihrem Zwecke nach, in drei Gattungen eintheilen: 1) In temporäre Eisenbahnen

auf Baustellen, die leicht zu legen und wieder wegzunehmen sein müssen und häufig aus rohen Eisenstangen bestehen, wie sie im Handel vorkommen, die auf Hölzern befestigt sind. — 2) In Eisenbahnen für Gütertransporte insbesondere. — 3) In Eisenbahnen, besonders für den Transport von Reisenden. Die Konstruktion und Anordnung dieser drei Arten von Schienenwegen, ist nach ihren Zwecken verschieden.

Der Konstruktion der Schienen nach, unterscheidet man: 1) flache Schienenwege (edge Railroads) bei welchen die Schienen (Stabschienen) flach oder etwas abgerundet, und die Räder der darauf sich fortbewegenden Wägen gegen das Abgleiten mit einem hervorstehenden Rande oder Spurkranze an der innern Seite des Wagens versehen sind. 2) Schienenwege mit hervorstehendem Rande (Tramroads) wobei die Schienen Rinnenschienen (plate rails) gegen das Abgleiten der Räder mit einem hervorstehenden Rande nach Außen versehen, die Wagenräder aber flach sind, und 3) palmersche Schienenwege, welche nur eine Schienenreihe haben, die über dem Boden erhöhet ist und zweirädrige Wagen trägt, deren Kästen zu beiden Seiten der Räder herabhängen. Die erstern waren schon immer vorzüglich im Norden von England, in den Grafschaften Northumberland und Durham, wo die meisten Eisenbahnen vorhanden sind, im Gebrauch, und werden gegenwärtig wegen ihrer allgemein anerkannten größern Vorzüge gegen die zweite Art bei allen neuern Eisenbahn-Unternehmungen in England so wie auch in Frankreich, Deutschland ꝛc. angewendet. Die Schienenwege mit hervorstehendem Rande sind vorzüglich im Westen von England, in Wales im Gebrauch; die größte Anzahl derselben dürfte sich in Monmouthshire befinden. Der palmersche Schienenweg ist bis jetzt nur an wenigen Orten angewendet worden.

Uebersicht der wichtigern Eisenbahnen in verschiedenen Ländern [1]).

Eine solche vorläufige Uebersicht der Eisenbahnen in verschiedenen Ländern, so weit wir dieselben zur Zeit kennen, ist in mancher Beziehung sehr lehrreich. Auf das Technische der wichtigsten von den hier nur kurz angeführten Eisenbahnen, kommen wir im weitern Verfolg des Werks zurück.

I. Verzeichniß der bedeutendsten, in England bestehenden Eisenbahnen.

Wenn in England zu einer größern Bahnen-Anlage mehrere Theilnehmer zusammen treten, so ist die Erwirkung einer Parlamentsakte für das Bestehen der Gesellschaft erforderlich. — Nicht gesetzlich anerkannte Eisenbahnen gehören nur einzelnen Etablissements, als: Kohlengruben, andern Bergwerken, Fabrikanlagen ꝛc. an, und sind nimmer von geringer Bedeutung. Die Bahnen werden in der Reihenfolge aufgeführt werden, wie sie vom Parlament und durch königliche Sanktion inkorporirt worden sind.

Unter der Rubrik „Anlage-Kapital" werden die Summen aufgeführt, welche das Parlament gestattete, auf die Anlage zu verwenden. Selten werden diese Summen ganz verwendet, und nie dürfen sie überschritten werden.

A. Eisenbahnen die vor 1810 durch eine Parlamentsakte inkorporirt worden.

---

1) Wir benutzen dabei Leuchs kleine Schrift: „Sammlung der von 1776 bis 1836 in Betreff der Eisenbahnen und Schienenwege in Amerika, England, Frankreich, und Deutschland gemachten Verbesserungen, Beobachtungen und Vorschläge." Nürnberg 1836; so wie für England eine Abhandlung von Dr. Egen in den „Verhandlungen des Berliner Gewerbevereins" 1834. 6. Lief. S. 277 ꝛc. (Eine ohne Zweifel sehr vollständige Uebersicht giebt Albert's Verzeichniß von 141 Eisenbahnen. Zweite Aufl. Ulm 1836. — Wir haben es bei Abgabe dieses Bogens leider noch nicht hier. —)

1) Brandlings- oder auch Middleton- und Leeds-Eisenbahn, unterm 9. Juni 1758 vom Könige sanktionirt oder bestätigt, 3 engl. Meilen [1]) lang und nur für den Kohlentransport bestimmt. Es gehen auf dieser Bahn die zwei ältesten Dampfwagen, zuerst erfunden von Trevethick, verbessert von Blenkinsop. Gezahnte Räder am Wagen greifen in neben den Schienen liegenden Zahnstangen. Die Wagen gehen mit einer Geschwindigkeit von etwa 3 Fuß in der Sekunde und ziehen 27 bis 30 Kohlenwagen, jeden mit 54 Centner beladen.

2) Surrey-Eisenbahn, bestätigt am 21. Mai 1801. Länge 9 engl. Meilen. Geht oberhalb London von der Themse ab bis Croydon und ist vorzugsweise zum Transport von Kalk, Erde und Steinen bestimmt. Anlage-Kapital 59400 Liv. Sterl., also Kosten für eine engl. Meile 6600 Liv.

3) Carmarthenshire-Eisenbahn, bestätigt unter dem 3. Juni 1802. Länge 16 engl. Meilen. Transport: Kalk, Eisenerze, Kohlen ꝛc. zur Verschiffung. Anlage-Kapital 35000 Liv. Sterl. daher die Kosten von einer englischen Meile 2200 Liv. Sterl.

4) Sirhoway-Eisenbahn (mit Rinnenschienen), bestätigt am 26. Juni 1802. Länge 10 engl. Meilen. Dient zur Unterstützung des Monmouthshire-Kanals. Anlage-Kapital 45000 Liv. Sterl.; also Kosten für die engl. Meile 4500 Liv. Sterl.

5) Croydon, Merstham und Godstone-Eisenbahn, bestätigt unter dem 17. Mai 1803, ist $15\frac{3}{4}$ engl. Meilen lang und eine Fortsetzung der Surrey-Eisenbahn, ist doppelt, 24 Fuß breit und es werden darauf Erze, Kohlen, Dünger und Waaren transportirt. Anlage-Kapital 90,000 Liv. Sterl. Kosten für 1 Meile 6000 Liv.

6) Oystermouth-Eisenbahn, bestätigt unterm 29. Juni 1804; ist 7 englische Meilen lang, und es wer-

---

[1]) 1 engl. Meile = 5280 engl., 5047,5 preußische Fuß = 0,2103 preuß. Meilen; 1 preuß. Meile = 4,756 engl.

den auf derselben Mineralien zur weitern Verschiffung transportirt. Anlage-Kapital 12,000 Liv. Sterl. Kosten auf eine Meile 1700 Liv. Sterl.

7) Kilmarnock- und Troon-Eisenbahn in der Grafschaft Ayr, bestätigt unterm 27. Mai 1808, ist $9^3/_4$ engl. Meilen lang und dient zum Transport von Kohlen, Kalk anderen Mineralien und Waaren. Anlage-Kapital 55,000 Liv. Sterl. Kosten auf 1 Meile 7500 L. Sterl.

8) Gloucectes- und Cheltenham-Eisenbahn, bestätigt am 28. April 1809; Länge $11^3/_4$ englische Meilen; Transport: Kohlen und Waaren. Anlage-Kapital 50,000 Liv. Sterl.; Kosten auf 1 englische Meile 4300 Liv. Sterl. Aktienstand im September 1832, 78%.

9) Bullo-Pill- oder Forest of Dean-Eisenbahn in der Grafschaft Glouceſter, bestätigt unterm 10. Juni 1809; ist $7^1/_2$ engl. Meilen lang und dient zum Transport, von Holz, Kohlen, Eisenerzen und anderen Mineralien aus dem königlichen Forst von Dean zum Severn-Fluß. Anlage-Kapital 125,000 L. St., Kosten für eine Meile, 6700 L. St. Aktienstand im September 1832, 60%.

10) Severn- und Wye-Eisenbahn in Glouceſterſhire, bestätigt unterm 10. Juni 1809, ist $12^1/_4$ engl. Meilen lang und dient zum Transport von Kohlen und andern Mineralien zum Severn. Anlage-Kapital 55,000 L. St. Kosten auf eine Meile 4490 L. St. Aktienstand im September 1832, 35%.

B. Eisenbahnen, die zwischen 1810 und 1820 durch eine Parlamentsakte inkorporirt wurden.

1) Monmuth-Eisenbahn, in Glouceſterſhire bestätigt unterm 24. Mai 1810; ist etwa 8 engl. Meilen lang und dient zum Transport von Holz, Kohlen, Steinen u. s. w. Anlage-Kapital 28,000 L. St., Kosten auf 1 Meile 5000 L. St.

2) Hay-Eisenbahn in der Grafschaft Hereford, bestätigt unterm 25. Mai 1811. Anlage-Kapital 65,000 L. St.; Kosten auf 1 Meile 2700 L. St.

3) Clanfihangel-Eisenbahn in der Grafschaft Monmuth, bestätigt unter dem 25. Mai 1811. Länge 6½ engl. Meilen. Transport. Kohlen. Anlage-Kapital 35,000 L. St., Kosten für eine engl. Meile 5400 L. St.

4) Grosmont-Eisenbahn, ebenfalls in Monmouth und eine Fortsetzung der vorhergehenden, bestätigt unterm 20. Mai 1812; ist 7 engl. Meilen lang. Anlage-Kapital 20,000 L. St; Kosten für eine engl. Meile 2800 L. St.

5) Penrhynmaur-Eisenbahn auf Anglesea, bestätigt unterm 9. Juni 1812, ist 7 engl. Meilen lang, und es werden auf derselben Kohlen und andere Frachten transportirt. Anlage-Kapital 23,000 L. St., Kosten für 1 engl. Meile 2800 L. St.

6) Mamhilad- oder Usk-Eisenbahn in Monmouth, bestätigt unterm 17. Juni 1814; 5 engl. Meilen lang und zum Transport von Kalk und Eisenerzen dienend. Anlage-Kapital 6000 L. St., Kosten für 1 engl. Meile 1200 Liv. Sterl.

7) Mansfield- und Pinxton-Eisenbahn in Droby, bestätigt den 16. Juni 1817. Länge 8¼ engl. Meilen; doppelte Bahn. Transport, Mineralien und Waaren. Anlage-Kapital 32,800 L. St.; Kosten für 1 Meile 4000 L.

8) Kington-Eisenbahn in Nasnor, bestätigt unterm 23. Mai 1818. Länge 14 engl. Meilen. Transport, Kohlen, Kalk und andere Frachten. Die Bahn verbindet die Hay-Eisenbahn mit Kington. Anlage-Kapital 23,000 L. St., Kosten für die engl. Meile 1640 L.

9) Plymouth- und Dartmoor-Eisenbahn in Dewon, bestätigt unterm 2. Juni 1819. Länge gegen 18 engl. Meilen. Transport, Steine, Eisenerze, Metalle und andere Frachten. Anlage-Kapital 40,000 L. St., Kosten für die engl. Meile 2200 L.

C. Eisenbahnen, die zwischen 1820 und 1830 durch eine Parlamentsakte inkorporirt wurden.

1) Stockton- und Darlington-Eisenbahn in Durham, bestätigt im April 1821. Länge 38 engl. Meilen,

doppelte Bahn. Transport, Kohlen, Erze, Metalle, Steine, Waaren und Personen. Anlage-Kapital 232,000 L. St. für Eisenbahn, Kettenbrücke über den Tors, Dock und Quai. Kosten für 1 engl. Meile 6100 L. St., einschließlich der genannten Bauwerke. Diese Bahn ist die erste, welche im größern Maaßstabe und unter allgemeinen Gesichtspunkten in England gebaut worden ist. Das Unternehmen war das Vorbild, dem bald die Bahn zwischen Liverpool und Manchester folgte und dasselbe übertraf; es hat unstreitig für die neuern großartigen Anlagen den richtigen Weg bezeichnet und gebahnt. Aktienstand im September 1832, 315%.

2) Stratford- und Moretow-Eisenbahn in Glocestershire, bestätigt im Mai 1821. Sie ist 18½ engl. Meilen lang und dient zum Transport von Kohlen, Steinen, Getreide ꝛc. Anlage-Kapital 60,500 L. St., Kosten für die engl. Meile 3300 L. St.

3) Kirkintilloch- u. Mondkland-Eisenbahn in Dumbartenshire, bestätigt im Mai 1824. Länge 10 engl. Meilen. Transport, Eisen, Kohlen, Erze. Die Bahn verbindet die Eisenwerke zu Craig und die Umgegend mit dem Forth- und Clyde-Kanal. Anlage-Kapital 25,000 L. St., Kosten für eine engl. Meile 2500 L.

4) Redruth- und Chasewater-Eisenbahn in Kornwall im Juni 1824 bestätigt, ist 10 engl. Meilen lang und dient zum Transport von Metallen, Erzen, Steinen, Getreide und Waaren. Anlage-Kapital 32,500 L. St., Kosten für eine engl. Meile 3250 L. St.

5) Bolton- und Leigh-Eisenbahn in Lankaster, bestätigt im März 1825, mit einer Länge von 7¾ engl. Meilen und mit doppelten Straßen. Es werden auf derselben Kohlen, Waaren und Personen transportirt. Anlage-Kapital 75,000 L. St., Kosten für die engl. Meile 10,000 Liv. Sterl.

6) Canterbury- u. Whitestaple-Eisenbahn in Kent, bestätigt im Juni 1825. Sie ist 7 engl. Meilen lang und dient dazu, Waaren von London und der Themse

nach Canterbury zu transportiren. Anlage-Kapital 71,000 L. St., Kosten für eine engl. Meile 10,000 L. St. Aktienstand im September 1832 70%.

7) Kromford- und High Peak-Eisenbahn in Derby, bestätigt im Mai 1825, $33^{7}/_{8}$ engl. Meilen lang und dazu bestimmt, die Wasserstraßen der Gegend von Derby und Nottingham mit denen von Manchester in Verbindung zu setzen, daher Frachten aller Art darauf transportirt werden. Anlage-Kapital 196,880 L. St., Kosten für die engl. Meile 5800 L. St.

8) Duffryn Clynoi und Porth Lawt-Eisenbahn in Glomorgan, bestätigt im Juni 1825, $16^{3}/_{4}$ engl. Meilen lang, auf welcher Kalk, Eisenstein, Baustein und Kohlen transportirt werden. Anlage-Kapital 60,000 L. St., Kosten für eine Meile 3600 L. St.

9) Nantle-Eisenbahn in Carnarvon, bestätigt im Mai 1825. Hat gegen 10 engl. Meilen Länge und wurde mit einem Anlage-Kapital von 40,000 L. St., auf die Meile mit 4000 L. St. ausgeführt.

10) Pembrey-Eisenbahn in Carmarthen, bestätigt im Juni 1825. Die Bahn hat nur eine unbedeutende Länge und ist den Zwecken eines Hafens und eines Kanals untergeordnet.

11) Portlans-Eisenbahn in Dorset, bestätigt im Juni 1825. Die Länge der Bahn ist unbedeutend; sie hat zum Zweck, den Transport der sogenannten Portlandsteine (Orlithenkalk), wovon die meisten Bauwerke in London bestehen, zu erleichtern. Anlage-Kapital 7000 L. St.

12) Rumney-Eisenbahn in Monmouth, bestätigt im Mai 1825. Die Bahn hat eine Länge von $21^{3}/_{4}$ engl. Meilen und dient zum Transport von Erzen und Steinen. Sie schließt sich an die Sirhowey-Bahn an und eröffnet eine Kommunikation des innern Wales mit Newport. Anlage-Kapital 67,100 L. St., Kosten für eine Meile 3000 L.

13) West-Lothian-Eisenbahn in Linlithgow und Lanark (in Schottland), bestätigt im Juni 1825; ist 15 engl.

Meilen lang und wird zu dem Transport von Frachten und Personen benutzt. Anlage-Kapital 60,700 L. St., Kosten auf eine Meile 4000 L.

14) Aber Dulais-Eisenbahn in Glamorgan, bestätigt im Mai 1826; ist $8^{3}/_{4}$ engl. Meilen lang und es findet auf demselben Transport von Eisen, Erzen, Kohlen und Waaren statt. Anlage-Kapital 14,000 L. St., Kosten für die engl. Meile 1600 L. St.

15) Airdrie oder Ballochney-Eisenbahn in Lanark, bestätigt im Mai 1826. Länge 6 engl. Meilen. Transport, Kohlen, Eisenstein, Waaren. Sie verbindet sich mit der Kirkintilloch-Bahn. Anlage-Kapital 28,500 L. St., Kosten auf eine Meile 4700 L.

16) Dundee und Newtyle-Eisenbahn, in Forfar (Schottland), bestätigt im Mai 1826; ist $11^{1}/_{2}$ engl. Meilen lang und verbindet das Innere des Landes mit dem Hafen von Dundee. Anlage-Kapital 40,000 L. St., Kosten für die engl. Meile 3500 L.

17) Edinburg und Dalkeith-Eisenbahn, bestätigt im Mai 1826. Die Bahn ist 17 engl. Meilen lang, doppelt und wird zum Transport von Kohlen, Waaren und Personen benutzt. Anlage-Kapital 96,000 L. St., Kosten auf eine Meile 5600 L. St.

18) Die Garnkirk- und Glasgow-Eisenbahn in Lanark, ist im Mai 1826 bestätigt, $8^{1}/_{4}$ engl. Meilen lang und verbindet die Kirkintilloch-Eisenbahn über Garnkirk mit Glasgow. Anlage-Kapital 58,500 L. St., Kosten für eine Meile 7000 L.

19) Hack- und Wentbridge-Eisenbahn in York, bestätigt im Mai 1826; $7^{1}/_{3}$ engl. Meilen lang und vorzugsweise zum Transport von Steinen für London und andere Absatzörter bestimmt. Anlage-Kapital 21,700 L. St., Kosten für die Meile 3000 L. St.

20) Herefors-Eisenbahn in Monmouth, bestätigt im Mai 1826. Länge gegen 10 engl. Meilen. Transport, Frachten verschiedener Art. Die Bahn eröffnet eine Verbin-

dung von der Grasmont-Eisenbahn bis Herefors. Anlage-Kapital 35,200 L. St., Kosten für eine engl. Meile 3500 Liv. Sterl.

21) Liverpool- und Manchester-Eisenbahn. Diese berühmte Bahn, welche sich durch die großartigsten Anlagen, durch 3 Tunnels oder Tagestrecken, 33 Brücken, verschiedene Einschnitte und Aufschüttungen, worunter die durch die bruchige Gegend (das sogenannte Chatt Moos) besonders schwierig auszuführen war, auszeichnet, und durch den großen Erfolg der Dampfwagenfahrten, den Hauptanstoß zu Eisenbahnen in allen Ländern gab, wurde unterm 5. Mai 1826 bestätigt, 1827 begonnen und den 15. September 1830 für den Gebrauch des Publikums eröffnet. Ihre Länge beträgt $30^{3}/_{4}$ engl. Meilen, ihre Breite durchschnittlich 30 Fuß. Sie bildet einen doppelten Weg von vier einzelnen Gleisen, von welchen nach beiden Seiten wieder verschiedene Zweige nach Städten und Kohlengruben abgeleitet sind. Diese Zweige bestehen theils nur aus einem einfachen Wege mit Ausweichungen theils auch aus doppelten. Die Kosten der ganzen Anlage, mit Einschluß der erforderlich gewesenen Magazine, Ablageplätze und Gebäude aller Art, sollen etwa 1 Million L. St., also etwa 33,000 L. auf eine engl. Meile betragen haben. Der Aktienstand im Januar 1834 war $210^{0}/_{0}$. Auf das Technische dieser musterhaften Anlage werden wir noch oft zurückkommen [1]); über den Verkehr auf derselben redeten wir schon weiter oben.

22) Manchester- und Oldham-Eisenbahn, bestätigt im Mai 1826; ist gegen 10 engl. Meilen lang und auf derselben werden Kohlen und Waaren transportirt. Anlage-Kapital 95,000 L. St., Kosten für eine Meile 9500 L. St.

---

1) Eine vollständige Beschreibung giebt die „Histori et Description of the Liverpool and Manchester Railway.“ Liverpool 1832. Auch in den Verhandl. des Berliner Gewerbevereins; in den Jahrgängen 1831 und 34 findet man treffliche Beschreibungen dieser Eisenbahn, von den Herren Henze und Egen.

23) Glasgow-, Paisley- und Ardroſſan-Eiſenbahn, beſtätigt im Juni 1827. Länge $22^3/_8$ engl. Meilen. Transport, Kohlen, Waaren, Getreide, verſchiedene andere Frachten. Anlage-Kapital 95,700 L. St., Koſten für eine engl. Meile 4300 L. St.

24) Bridgend-Eiſenbahn in Glamorgan, beſtätigt im Juni 1828; iſt $4^1/_2$ engl. Meilen lang und dient zum Transport von Kohlen und andern Frachten. Die Bahn verbindet die Duffryn-Clynoi-Bahn und die benachbarten Kohlengruben mit der Stadt Bridgend. Anlage-Kapital 10,000 L. St., Koſten auf eine engl. Meile 2200 L.

25) Briſtol- und Gloucesterſhire-Eiſenbahn, beſtätigt im Juni 1828. Länge 9 engl. Meilen. Transport, Kohlen, Steine, Waaren nach und von Briſtol. Anlage-Kapital 77,000 L. St., Koſten auf eine engl. Meile 8600 L. St. Sie wurde am 6. Aug. 1835 eröffnet. Die Einſtiche und Ausfüllungen ſind bei derſelben beträchtlicher, als bei irgend einer andern ausgeführten Bahn. Sie hat einen Tunnel 1540 Fuß lang und eine 56 Fuß hohe Ausfüllung.

26) Clarence-Eiſenbahn in Durham, beſtätigt im Mai 1828. Länge mit allen Verzweigungen $45^3/_4$ engl. Meilen. Transport, Kohlen, Kalk und andere Frachten. Die Bahn vereinigt ſich mit der Darlington- und Stockton-Bahn. Anlage-Kapital 260,000 L. St., Koſten für eine engl. Meile 5700 L. St., Aktienſtand im September 1832 $89^1/_2$ %.

27) Gloucesterſhire- und Avon-Eiſenbahn, beſtätigt im Juni 1828. Länge $5^1/_4$ engl. Meilen. Die Bahn ſoll Kohlen und Steine wohlfeil zum Avon ſchaffen. Anlage-Kapital 31,000 L. St., Koſten für eine engl. Meile 6000 L. St.

28) Clanelly-Eiſenbahn in Carmarthen, beſtätigt im Juni 1828. Länge $2^1/_2$ engl. Meilen. Die Bahn ſoll Mineralien und andere Landesprodukte zum Meere führen. Anlage-Kapital für Bahn und Dock von 200 Yards Länge,

und 55 Yards Breite 20,000 L. St., Kosten für eine engl. Meile etwa 5000 L.

29) Kenyon- und Leigh-Eisenbahn in Lancaster, bestätigt im Mai 1829. Länge 4 engl. Meilen. Doppelte Bahn. Diese Bahn ist die Verbindungsstraße zwischen der Bolton- und Leigh- und Liverpool-Manchester-Eisenbahn. Anlage-Kapital 31,000 L. St., Kosten für eine engl. Meile 7750 L. St.

30) Newcastle- und Carlisle-Eisenbahn in Kumberland, bestätigt im Mai 1829. Länge ohngefähr 60 engl. Meilen. Doppelte Bahn. Transport, Frachten aller Art, auch Personen. Anlage-Kapital 400,000 L. St, Kosten für eine engl. Meile 4839 L. St.

31) Saundersfoot-Eisenbahn in Pembroke, bestätigt im Juni 1829. Länge 6½ engl. Meilen. Die Bahn wurde veranschlagt zu 17,214 L. St., Kosten für die engl. Meile 2700 L.

32) Warrington- und Newton-Eisenbahn in Lancaster, bestätigt im Mai 1829. Länge 5½ engl. Meilen. Doppelte Bahn. Sie geht von Warrington bis in die Nähe von Newton, wo sie sich mit der Liverpool- und Manchester-Bahn verbindet. Frachten aller Art, auch Personenverkehr. Anlage-Kapital 73,000 L. St., Kosten für die engl. Meile 13,300 L.

33) Wishaw- und Coltnes-Eisenbahn in Lanark, bestätigt im Juni 1829. Die Länge beträgt an 15 engl. Meilen. Die Bahn kommt aus dem Kohlenbezirk von Chapel und Franfoot, und schließt sich an die Kinkintilloch-Bahn an. Anlage-Kapital 80,000 L. St., Kosten für die engl. Meile 5300 L. St.

IV. Eisenbahnen, die von 1830 bis 1834 durch eine Parlamentsakte inkorporirt wurden.

1) St. Helens- und Runcorn-Eisenbahn in Lancaster, bestätigt im Mai 1830. Länge 8⅞ engl. Meilen. Doppelte Bahn. Die Bahn verbindet die Cowleyhill Kohlengruben mit dem Mersey und durchschneidet die westliche Hälfte

der Liverpool-Manchester-Eisenbahn fast rechtwinklich. Anlage-Kapital 150,000 L. St., wovon 42,000 L. auf Docks- und andere Bauten kommen. Kosten für die engl. Meile 12,000 L. St.

2) Leeds- und Selby-Eisenbahn in Yorkshire, bestätigt im Mai 1829. Länge $19^{7}/_{8}$ engl. Meilen. Doppelte Bahn. Transport, Waaren, Kohlen, Personen. Anlage-Kapital 300,000 L. St., Kosten für die engl. Meile 15,700 Liv. Sterl.

3) Leicester- und Swannington-Eisenbahn in Leicestershire, bestätigt 1830. Länge $15^{3}/_{4}$ engl. Meilen. Transport, Kohlen, Kalk und andere Mineralien nach Leicester. Anlage-Kapital 110,000 L. St., Kosten für eine engl. Meile 7000 L. St.

4) Polloc- und Govan-Eisenbahn in Lanark, bestätigt im Mai 1830. Länge $^{7}/_{8}$ engl. Meilen. Transport, Kohlen. Die Bahn geht von den Govan-Kohlengruben zur sogenannten Tradestown von Glasgow. Veranschlagung 9700 L. St.

5) Wigan-Eisenbahn in Lancaster, bestätigt, $6^{1}/_{2}$ engl. Meilen. Doppelte Bahn. Transport, Kohlen, Waaren, Personen. Die Bahn gehört als Zweig zur Liverpool-Manchester-Eisenbahn. Anlage-Kapital 87,500 L. St., Kosten für die engl. Meile 13,500 L. St.

6) London- und Birmingham-Eisenbahn, bestätigt 1833. Länge $112^{1}/_{2}$ engl. ($24^{1}/_{2}$ deutsche) Meilen. Doppelte Bahn. Transport, Waaren, Metalle, Personen, Thiere. Kosten-Anschlag $2^{1}/_{2}$ Millionen L. St. Kosten für eine engl. Meile 22,000 L. St.

7) London- und Greenwich-Eisenbahn, bestätigt im Mai 1833, vollendet Ende 1835. Länge $3^{1}/_{2}$ engl. Meilen von Greenwich bis nach der London-Brücke. Doppelte Bahn. Transport, Personen. Der Kosten-Anschlag beläuft sich auf 400,000 L. St., also auf jede engl. Meile über 100,000 L. St., da die Bahn nicht auf dem Boden,

sondern auf Bogen fortläuft, die sich mehr als 20 Fuß über jenen erheben, damit der städtische Verkehr nicht gestört wird.

8) London- und Bristol-Eisenbahn. Die Kanalverbindung zwischen beiden Städten hat eine Länge von 179 engl. Meilen. Die Eisenbahn wird eine Länge von 122 engl. Meilen erhalten. Der Kosten-Anschlag berechnet die Summen von 2,550,000 L. St.

E. Privateisenbahnen in England.

So vollständig das Verzeichniß der vom Parlamente bis zum Jahr 1834 anerkannten Bahnen ist, so unvollständig ist das Verzeichniß der Privatbahnen; wir können nur einige der bedeutendern anführen, welches zu unserm Zweck aber auch vollkommen hinreicht, da wir nur zeigen wollen, wie sehr ausgedehnt schon jezt die Eisenbahnen in England sind.

1) Brunton- und Shields-Eisenbaha im Kohlenbezirk von Newcastle, wird zum Transport von Kohlen benuzt.

2) In der Umgegend von Morthyr-Tydwil in Wales, wo sich eine große Menge von Hohöfen in der Nähe von den Steinkohlen- und Eisenerz-Bergwerken befinden, ist die Anzahl der seit dem Jahre 1791 angelegten Eisenbahnen, um Kohlen, Koaks, Eisensteine und Kalksteine zu den Hütten zu führen, sowohl über als unter Tage sehr groß. Es sind dieß Rinnen- oder deutsche Schienenwege von schlechter Konstruktion. Es wird nur mit Pferden auf demselben gefördert. Im Jahre 1811 betrug die Gesammtlänge dieser Schienenwege schon 150 engl. (31½ preuß. Meilen.

3) Hie Clanberris-Eisenbahn bei Bangor in Nord-Wales, ist 10 englische Meilen lang und wird zum Transport von Schiefer benuzt.

4) Die Clydach-Eisenbahn bei Swansea führt von der Clydach Kohlengrube bis zum Kanal und ist 2½ engl. Meilen lang.

5) Die Fawdon- und 6), die Team-Colliery-Eisenbahn, beide in der Nähe von Newcastle und zum

Transport der Steinkohlen von den Gruben zum Tyne-Flusse dienend. Die erstere von den beiden Bahnen ist $9^3/_4$ engl. Meilen lang.

7) Die Hetton- und Sunderland-Eisenbahn, $7^1/_2$ engl. Meilen lang, welche die Steinkohlen von der Hettongrube, jetzt der größten in England, zum Wernfluß bei Sunderland führt und wegen der großen, durch bedeutende Steigungen veranlaßten Schwierigkeiten merkwürdig ist, welche auf dieser Bahn überwunden werden mußten.

8) Die Penrhyn-Eisenbahn führt den sehr beliebten dünnspaltenden Dachschiefer aus den Brüchen bei Penrhyn unweit Bangor in Carrnarvonshire in Nordwales, $6^1/_4$ engl. Meilen weit zum Meere nach Port Penrhyn. Ist schon 1801 und 1802 angelegt.

9) Die Sandycroft-Eisenbahn in Flintshire, 6 engl. Meilen lang.

10) Die Sheffield-Eisenbahn, wird zum Transport von Kohlen, Ziegeln und Erzen benutzt.[1]

Wir begnügen uns mit der Angabe der obigen Privateisenbahnen, deren es noch viele andere giebt und deren Gesammtlänge über 400 engl. Meilen betragen dürfte.

Die Hauptdaten des obigen Verzeichnisses den bis 1834 durch Parlamentsakten inkorporirten Eisenbahnen, lassen sich in folgender Tabelle zusammenstellen:

Zeit der Anlage.	Anzahl der Bahnen.	Gesammt-Länge.	Mittlere Anlagekosten für die engl. Meile.
Vor 1810	10	102 Meil.	5960 L. St.
Von 1810 bis 1820	9	$97^3/_4$ =	3100 = =
= 1820 = 1830	33	$481^5/_8$ =	6270 = =
= 1830 = 1834	8	$289^7/_8$ =	13600 = =
Summa	60	$971^1/_4$ Meil.	—
Mittel	—	—	7230 L. St.

Es muß hier noch bemerkt werden, daß die Anlagekosten der Eisenbahnen bei dem obigen Verzeichniß im Allgemeinen zu hoch angenommen worden sind. In der Regel wird in England bei einem Eisenbahnunternehmen der Anschlag durch die Aktienausgabe völlig gedeckt. Dann aber läßt man sich vom Parlament die Berechtigung ertheilen, etwa 30% vom Anschlag in Anleihen aufzunehmen, um für alle Fälle gedeckt zu seyn. Diese in dem obigen Rubrum „Anlagekapital" mit begriffene Anleihesumme, wird selten erschöpft und nie überschritten. Dann auch sind bei allen Bahnen die Anlage von Waarenhäusern, andern Gebäuden, die Anschaffung von Dampfwagen, Personen- und Frachtwagen ꝛc. mit eingerechnet. Wenn man nun dagegen annimmt, daß sämmtliche Bahnen doppelt sind, für welche die mittlern Anlagekosten berechnet wurden, so mag sich obige zu starke Annahme wieder ausgleichen. Darnach betrügen die Kosten einer doppelten Eisenbahn in England im Durchschnitt 7000 L. St. auf die Meile. Tredgold, v. Oeynhausen und v. Dechen nehmen diese Kosten nur zu 5000 L. St. für Bahnen von solider Construktion an. Wir kommen weiter unten in dem Werk, wieder auf diesen Gegenstand zurück.

Die Gesammtlänge der Kanäle in England beträgt, wie schon oben bemerkt, 2700 engl. Meilen, die der Eisenbahnen dürfte jetzt noch nicht zwei Drittel davon betragen. Da aber in den letzten Jahrzehnden die neuen Kanalanlagen immer mehr zurück, die Eisenbahnanlagen aber immer überwiegender hervorgetreten sind, so läßt sich erwarten, daß ihre Länge die der Kanäle bald überflügelt haben wird. Die Vortheile davon müssen für das Land unermeßlich seyn.

Seit 1834 sind folgende bedeutende Eisenbahnlinien entweder bereits vollendet, oder in der Anlage begriffen, oder erst projektirt.

1) Die Eisenbahn von Dublin nach Kingstown in Irland, ist 6 engl. Meilen lang und ihre Anlage, die im Dezember 1834 vollendet war, kostete 1,516,000 L. St.

Im ersten Vierteljahr nach ihrer Eröffnung beförderte sie 177,117 Personen [1]).

2) Die Bahn von Birmingham nach Warrington, als Fortsetzung der Bahn von London nach Birmingham. Von Warrington bis Newton besteht, wie wir schon oben sahen, eine gute Bahn. Es wird also der Ausbau der genannten Linie, London mit Liverpool und Manchester in Verbindung setzen. Die Länge der Bahn beträgt 80 engl. Meilen. Die Gegend bietet keine besondere Schwierigkeiten dar, indem der höchste zu übersteigende Bergrücken sich kaum 400 Fuß über das Meer erhebt.

3) Die Bahn von Edinburg nach Glasgow. Diese Bahn ist schon seit dem Jahre 1826 ein Gegenstand der Verhandlungen und genauen Vermessungen gewesen. Der berühmte Ingenieur Jam. Jardine schlug eine Linie von 48 engl. Meilen Ausdehnung vor, die mitten durch den wichtigen Eisen- und Kohlenbezirk von Schottland geht, aber eine Höhe von 800 Fuß zu übersteigen haben würde. Man hat dieses Hindernisses wegen diese sonst sehr vortheilhafte Linie verlassen. Die von den Ingenieurs Grainger und Miller vorgeschlagen und von Stevensohn ganz gebilligte Linie, schließt sich an die Garnkirk-Glasgow-Bahn an. Sie hat eine Länge von 46 engl. Meilen, hat eine Höhe von 630 Fuß zu übersteigen, und erhält im Maximo ein Ansteigen von nur 1 : 180. Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, daß diese Linie ausgebauet werden wird.

4) Bahn von London nach Dover. Die Bahn von London nach Greenwich wird als der Anfang der genannten größern Linie angesehen. Die Linie würde 79 engl. Meilen lang werden, und bietet nur bei einigen Flußübergängen Schwierigkeiten dar. Der Ausbau ist für eine Meile zu 8000 bis 10,000 L. geschätzt worden.

---

1) Siehe D. Stephenson's treffliche Bemerkungen über diese Bahn in Nro. 40. (Jan. — Apr. 1836) des Edinburgh new philosoph. Journal.

5) Bahn von London nach Southampton. Die Linie ist von Francis Giles in Vorschlag gebracht. Sie ist 80 engl. Meilen lang, hat eine Höhe von 380 Fuß zu übersteigen, welches mit einer Steigung von 1 : 240 geschehen kann und ist zu 100,000 L. St., also für eine engl. Meile zu 12,500 L. veranschlagt.

6) Bahn von London nach Brighton und Shoreham. Der berühmte Ingenieur Vignolds hat eine Linie von 54 engl. Meilen Länge vorgeschlagen. Sie hat bei Merstham eine Höhe von 360 F. zu überschreiten. Eine zweite Linie von 56 engl. Meil. Länge ist von Rennie in Vorschlag gebracht worden. In dieser Linie liegen vier Gebirgsrücken von 700 bis 800 Fuß Höhe. Rennie will durch Tunnel von einer Gesammtlänge von 10 engl. Meilen diese Hindernisse aus dem Wege räumen. Er schlägt die Baukosten zu 850,000 L. St. an. N. W. Cundy bringt einen andern Plan in Vorschlag. Er weißt mit Sachkenntniß eine Linie von London auf Horsham, Arundel, Chichester, Cosham und Southampton, mit Zweiglinien von Horsham nach Shoreham und Brigthon, und von Cosham nach Portsmouth, nach, von 106 engl. Meilen Länge, welche nur zwei bedeutende Bergrücken von 150 und 200 F. Höhe zu übersteigen hat, und die Zwecke der zwei hier genannten Bahnen mit einander vereinigt. Die Kosten berechnet er zu $1^1/_2$ Millionen L. St., also für 1 engl. Meile 14,000 L. St.

7) Die Bahn von London nach York. Cundy bringt diese Bahn in Vorschlag, und will mit ihr fünf Zweigbahnen (nach Leeds, Norwich, Nottingham, Sheffield und Hull) verbinden. Die Hauptlinie beträgt 190 engl. Meilen, die Zweigbahn von Cambridge nach Northwich ist 58 engl. Meilen lang, die Zweigbahn nach Nottingham hat 25 engl. Meilen, die Zweigbahn nach Hull hat 30 engl. Meilen, die Zweigbahn nach Sheffield hat ebenfalls 30 engl. Meilen und die schon vollendete Zweigbahn von Selby nach Leeds hat 20 engl. Meilen Länge. Die ganze Ausdehnung dieses Bahnsystems beträgt also 353 engl. Meilen. Diese Linie

bekäme eine außerordentliche günstige Lage, sowohl was den mechanischen Effekt, als auch den Verkehr betrifft. Die Kosten ihrer Ausführung sind zu 4 Millionen L. St. veranschlagt worden, welches für die engl. Meile 12,000 L. St. ausmacht.

7) Bahn von Manchester nach Bolton le Moors. Nach einem Plan von Alex. Nimmo würde diese Bahn gegen 11 engl. Meilen lang werden. Von Ringley geht eine Zweigbahn von 5 engl. Meilen Länge auf Hulton ab, um sich dort mit der Bolton- und Leig-Bahn zu verbinden; ein anderer Zweig geht von demselben Theilpunkte in einer Länge von 6 engl. Meilen auf Bury ab. Das ganze Bahnsystem erhält also eine Länge von 22 engl. Meilen. Der Verkehr zwischen Manchester und Umgegend mit 280,000 Einwohnern auf der einen Seite und Bolton mit 64,000 Einwohnern, so wie Bury mit 48,000 Einwohnern auf der andern Seite, ist von so großer Bedeutung, daß die Eisenbahn unstreitig einen reichlichen Gewinn abwerfen, und das allgemeine Interesse auf die entschiedendste Art fördern wird. Jetzt hat der Bau der Bahn wirklich begonnen.

Die Gesammtlänge dieser in Vorschlag gebrachten und größtentheils schon berathenen und vermessenen Eisenbahnlinien, beträgt gegen 700 engl. Meil. und der Ausbau derselben würde einen Aufwand von 9 Mill. L. St. erfordern.

II. Frankreich.

Es giebt in Frankreich bis jetzt drei Haupt-Eisenbahnen. Die erste, deren Errichtung eine Ordonnanz vom 26. Febr. 1823 autorisirte, ist 22,000 Metres ($5^1/_2$ Lieues) lang und erstreckt sich von St. Etienne bis zur Loire. Zur Erbauung der beiden andern wurden die Ordonnanzen vom 7. Juni 1826 und 1. Juni 1828 erlassen; sie erstrecken sich von Lyon nach St. Etienne (58,000 Met. — $14^1{}_2$ Lieues —) und von St. Etienne nach Andrézieux (68,000 Met. — 17 Lieues —). Die ganze Eisenbahnstrecke ist daher 37 Lieues oder $16^1/_5$ deutsche Meilen lang. Die Bahn von Lyon nach

St. Etienne ist konver; sie erstreckt sich nicht bis ins Innere Lyons, sondern fängt erst eine Strecke außerhalb der Stadt an. Die Passagirwagen werden von Pferden gezogen und bergab sind gar keine Pferde nöthig, die Wagen laufen von selbst und man braucht sie nur zu lenken und die Schnelligkeit des Laufs zu ermäßigen. An einigen Theilen der Bahnen geschieht der Transport jetzt auch mit Dampfwagen.

Ferner wurde eine Eisenbahn für die Steinkohlenwerke von Epinac, 4 Stunden von Autun, 6 Stunden von Beaune und 7 Stunden vom Kanal von Burgund, nach dem letztern angelegt; eine andere sollte von Montbrison, das $2^1/_2$ Lieues von der Eisenbahn von der Rhone nach der Loire entfernt ist, angelegt werden.

Vorschläge wurden zu Bahnen von Paris nach Lille und Brüssel, Straßburg, Havre, Rouen, Marseille (über Lyon) und Tours ꝛc., von Alais nach Beaucaire, gemacht.

III. Belgien.

Alle Städte Belgiens sollen mittelst Eisenbahnen verbunden werden, an denen auf Kosten der Regierung thätig gearbeitet wird [1]). Eine Eisenbahn von Antwerpen über Settars nach Köln würde etwa 4,134,000 Thlr. kosten und selbst Frachten würden den Weg in 10 Stunden machen können. — Von diesen Eisenbahnen wurde im Mai vorigen Jahres zuerst die $2^1/_2$ deutsche Meile lange Strecke von Brüssel nach Mecheln eröffnet, die weitere nach Antwerpen wurde im Mai d. J. (1836) vollendet. — Die erstere Strecke hat 1,225,100 Fr. gekostet; die Einnahme in den ersten drei

---

1) „Ueber den Entwurf der Eisenbahn zwischen Antwerpen, Brüssel, Lüttich und Verviers, als erste Sektion der Straße von Antwer- nach Köln," von den Ingenieuren der Bahn, v. Ridder und Simons (geschrieben 1833), in Crelle's Journal für die Baukunst, Bd. 8, S. 270, 367; Bd. 9, S. 33. — Plieninger's kurzer Bericht über die Eisenbahn von Brüssel nach Mecheln, nebst allgemeinen Bemerkungen über Eisenbahn-Anlagen überhaupt ꝛc. Stuttgart, 1836.

Monaten betrug 106,800 Fr. Die Fahrt von Brüssel nach Mecheln wird, mit Dampfkraft in $^3/_4$ Stunden zurückgelegt. Wir kommen weiter unten auf diese vortrefflich angelegte Bahn zurück, bei der man sich strenger als irgendwo auf dem Continent an englische Vorbilder gehalten; einestheils weil der Erfolg bereits über den praktischen Werth jener Konstruktionsarten, welche als das Resultat einer langen Reihe von Erfahrungen und allmähliger Verbesserungen zu betrachten sind, entschieden hat, anderntheils weil die Entsagung von allen willkührlichen Abänderungen bewährter Einrichtungen wahrscheinlich das beste Mittel ist, um die Annahme von einerlei Grundsätzen in den beiden Ländern (Belgien und Rheinpreußen), welche die Eisenbahn zur Verbindung der Schelde mit dem Rhein durchschneiden soll, zu befördern.

IV. Deutschland.

Holzbahnen hatte Deutschland früher als England bei einigen Bergwerken und selbst Eisenbahnen wendete man seit Beginn dieses Jahrhunderts bei denselben auf dem Harz, in Oberschlesien ꝛc. an. Die erste große Eisenbahn war die von Budweis nach Linz und die erste mit Dampfwagen (nimmt man einige bei den Steinkohlenbergwerken in Oberschlesien und bei Saarbrück 1818, angestellte Versuche mit Dampfwagen älterer Einrichtung aus), die von Nürnberg nach Fürth.

Die Eisenbahn von Linz nach Budweis, zur Verbindung der Moldau und der Donau wurde von dem Ritter Fr. Anton von Gerstner, (dem Herausgeber des klassischen, auch hier vielfältig benutzten „Handbuchs der Mechanik",) in den Jahren 1826—1832 ausgeführt; sie ist einfach, 17 niederösterreichische Meilen lang und kostete 1,686,600 Fl. Conv. M., die Bahn besteht aus Holz, indem auf Mauern, zu beiden Seiten der Bahn, von 8 zu 8 Fuß Querhölzer gelegt und auf diese wieder in der Spurweite von $3^1/_2$ Fuß, die 6 Zoll im Geviert starken Bahnhölzer eingelassen sind. Auf diese Hölzer sind schneideeiserne, 2 Zoll

breite und 3 Linien dicke Schienen genagelt [1]). Die Förderung der Frachten von Salz und Brennholz und von Personen, geschieht durch Pferde.

Eine zweite, eben so eingerichtete Bahn ist in den Jahren 1828 bis 1831 zwischen Prag und Pilsen angelegt; sie ist 19½ österr. Meilen lang. — Auch bei Pesth findet man eine ähnliche Bahn.

Ein Pferd zieht auf diesen Bahnen 122 Centner in drei Wagen, oder 40 Reisende in gestrecktem Trabe, oder legt in ¼ Stunde eine Stunde Wegs zurück.

In diesem Jahre (1836) soll eine weitere Bahn von Linz über Ebersberg nach Gmünd fertig werden, wobei auch eine Verbindung des Gmünder-Sees mit dem Hallstädter durch einen Kanal oder eine Eisenbahn beabsichtigt wird. Diese Verlängerung kostet noch 650,000 fl.

Eisenbahn von Wien nach Galizien. Die Arbeiten haben in diesem Jahre begonnen; sie soll hauptsächlich zum Viehe, Getreide- und Salztransport ꝛc. dienen. Die Arbeiten sollen von mehreren Punkten aus betrieben und der Theil von Bielitz bis Bochnia zuerst fertig werden. Sie geht bei Dziedzic im Weichselthale bis Podgorze und von Dziedzic geht ein Flügel bis Bielitz. Die ganze Länge von Wien bis Bochnia beträgt 60 deutsche Meilen. Die Bahn wird 12 Millionen fl. C. M. kosten. — Der Weg von Wien nach Lemberg wird alsdann in 22 Stunden zurückgelegt werden können.

Die Eisenbahn zwischen Nürnberg u. Fürth, die erste in Deutschland, welche mit Dampfwagen befahren wird, wurde im März 1835 begonnen und am 6. Dezember desselben Jahres eröffnet. — Sie ist 21,000, also fast eine Meile lang und besteht aus gewalzten Eisenschienen. Die Bahn ist sehr fest gebauet und kostete 175,169 fl. [2])

---

[1]) Herr G. R. Crelle nennt solche Bahnen hölzerne, mit Eisen plattirte Bahnen.

[2]) Scharrer's Deutschlands erste Eisenbahn mit Dampfkraft, oder „Verhandlungen der Ludwigs-Eisenbahn" Gesellschaft in Nürnberg. Mit 3 Tafeln Abbildungen. Nürnberg 1836.

Im Entwurfe begriffen für Bayern sind Eisenbahnen von München nach Augsburg, Nürnberg und von da an die sächsische Gränze nach Koburg, so wie andere von München nach Salzburg, von Augsburg nach Lindau. — In Rheinbayern bildete sich 1836 eine Gesellschaft für eine Eisenbahn von Saarbrücken nach dem Rhein, die ohngefähr 16 Meilen lang werden, ungefähr 4 Millionen fl. kosten und hauptsächlich zum Steinkohlentransporte dienen würde.

Die längst projectirte, vielfältig besprochene, große und wichtige Eisenbahn von Hamburg und Bremen nach Braunschweig und Hannover, scheint immer noch nicht zur Ausführung zu kommen. Ueber das Spezielle des Plans ist man noch nicht ganz einig. Die Bahn von Hamburg oder Haarburg würde nach Celle führen, und von dort aus ein Strang nach Hannover der andere nach Braunschweig gehen. Die Bahn von Bremen soll über Verden und Hannover führen und auch Hamburg und Bremen sollen unmittelbar miteinander verbunden werden. Die Wichtigkeit dieser Bahn nicht allein für Hannover und Braunschweig und die Hansestädte sondern für das ganze nördliche und mittlere Deutschland, wird aus folgenden Betrachtungen deutlich.

Die Entfernung von Celle bis Haarburg, auf der Chaussee, beträgt etwa 14 Meilen, dagegen von Hamburg bis London, auf der Elbe und der Nordsee, etwa 100 Meilen. Zwischen den ersten beiden Orten dauert der Transport von Frachtgütern 3 bis 4 Tage und kostet an Fracht der Centner 12 ggr. Ein Schiff bedarf bei mäßig günstigem Winde von Hamburg nach London ebenfalls nicht über 4 Tage und der Centner kostet nur 8 bis 10 ggr.; folglich erfordert unter den jetzigen Umständen, der Transport von Celle bis Haarburg für nur 14 Meilen denselben Kosten und Zeitenaufwand, als von Hamburg nach London für 100 Meilen.

Diese große Verschiedenheiten und Vorzüge zwischen dem See- und dem Landtransport, findet man nun zwischen

dem Transport auf einer Chaussee und einer Eisenbahn ebenfalls. — Auf der Eisenbahn von Celle bis Hamburg würde der Gütertransport nur 16 bis 18 Stunden anstatt 4 Tage dauern, und die Fracht nur etwa 3 ggr. statt 12 ggr. betragen; mithin vermindern sich die Kosten und die Zeit des Transportes bis auf den vierten Theil der bisherigen. — Wenn also wie durch die Seeschifffahrt, so auch durch Eisenbahnen, die Entfernungen, vorzüglich was die Kosten anbelangt, verringert werden, so bewirken letztere dasselbe Resultat wie die erstern, nämlich das, daß die so verbundenen Ortschaften näher aneinander rücken. So werden sich z. B. die Handelsverhältnisse der Städte Braunschweig und Hannover in dem Maaß umgestalten, als es der Fall seyn würde, wenn beide Städte, statt 20 Meilen, nur 4 bis 5 Meilen von Hamburg entlegen wären, und so wie diese Städte gewissermaßen dem Meere näher rücken, so vermindert sich auch die Entfernung der tiefer in Deutschland gelegenen Gegenden von den Meeresküsten. — Ein Theil des Transits, der sich jetzt nach dem Rhein gezogen hat und wenn die Eisenbahn von Antwerpen nach Cöln vollendet ist, auf welcher die Waaren für 16 bis 20 ggr. der Centner, in 4 bis 6 Tagen in Cöln seyn können, während sie über Hamburg und Bremen jetzt 14 bis 16 Tage gebrauchen und 2 Rthlr. Fracht kosten, sich noch mehr wegwenden muß, wird sobald die große Eisenbahn-Linie zwischen Hamburg, Bremen, Hannover und Braunschweig vorhanden ist, wiederum den alten Weg einschlagen. Die ganze Länge der Bahn würde etwa 26 Meilen lang sein und 50,000 Rthlr. die Meile, also im Ganzen 1,300,000 Rthlr. kosten [1]).

---

1) Gründer, kurze Darstellung einiger der wichtigsten Verhältnisse für Eisenbahnen, mit besonderer Beziehung auf solche Anlagen zwischen Hamburg, Bremen und Hannover. Hannover 1834. — Darstellung einiger Verhältnisse auf die Hamburg-Hannoversche Eisenbahn, mit Angabe ihres großen allgemeinen Nutzens und ihrer besondern Vortheile für das Königreich Hannover. Daselbst.

Die braunschweigische Regierung beabsichtigt auch die Anlage einer Eisenbahn von Braunschweig nach dem ohngefähr 5 Meilen davon entfernten Harzburg, welche hauptsächlich den Zweck haben soll, Holz, Metalle und andere Hauptprodukte nach der Hauptstadt und ins Land zu schaffen.

Eisenbahn von Frankfurt bis Mainz und Wiesbaden. Die Kosten wurden zu 1½ Mill. fl. berechnet. In Darmstadt hat sich 1836 für diese und andere Bahnen ein Verein gebildet, und bedeutende Summen unterzeichnet.

Eisenbahn von Hamburg nach Lübeck. Sie würde von Altona ausgehen, 8 deutsche Meilen lang werden und 275,000 L. St. kosten. Es bildete sich dafür in London eine Gesellschaft, aber die dänische Regierung hat bis jetzt ihre Bewilligung nicht ertheilt.

Die Anlage einer Eisenbahn von Mannheim bis Basel ist 1836 von der badischen Regierung genehmigt worden und dürfte nun bald beginnen. Sie würde 28 deutsche Meilen lang werden und 13½ Millionen fl. kosten, und man wird von Mannheim nach Basel in 8 bis 12 Stunden reisen können; die Fracht beträgt jetzt 2 fl. für den Centner und man gebraucht dazu 8 bis 10 Tage auf der Eisenbahn würde dagegen der Centner 36—50 kr. kosten [1]).

Sachsen. Der Bau der Eisenbahn von Leipzig nach Dresden (12 Meilen entfernt) begann in diesem Jahre. Die Kosten sind auf 1½ Millionen Thaler berechnet. — Für eine Bahn von Chemnitz nach Leipzig, Dresden und Zwickau, bildete sich in diesem Jahre ein Verein.

Preußen. Bei mehreren Steinkohlen-Bergwerken, z. B. in Oberschlesien, bei Langenberg an der Ruhr und bei Saarbrücken, sind schon seit längerer Zeit Eisenbahnen zur Kohlenförderung in Anwendung; auch wurde 1835 der Bau

---

[1]) Newhouse, Vorschlag zur Herstellung einer Eisenbahn im Großherzogthum Baden, von Mannheim bis Basel. Karlsruhe 1835.

einer Bahn von der Saline Dürrenberg unweit Merseburg nach den Braunkohlen-Bergwerken bei Pollwitz begonnen, der im Jahre 1836 vollendet werden sollte. Beim Posener Festungsbau steht eine palmersche Eisenbahn in Anwendung die mit den Abzweigungen 761½ Ruthen lang ist und 3651 Thaler gekostet hat.

Projektirt und theilweis von der Regierung genehmigt sind folgende größere Eisenbahnen: 1) Von Berlin nach Potsdam, 3¼ Meile lang, wozu 700,000 Thaler unterzeichnet sind. — 2) Von Köln nach Antwerpen, von welcher wir schon weiter oben bei Belgien redeten [1]). — 3) Von Düsseldorf nach Elberfeld. — 4) Von Minden bis Köln, oder von der Weser bis zum Rhein, über Rheine, Bielefeld, Kastrupp, Witten und Elberfeld, indem gerade auf dieser Linie die wichtigsten Fabrikgegenden und die märkischen Steinkohlen-Bergwerke durchschnitten werden; auch könnte sich so diese Eisenbahn an die projektirten Bahnen von Hörde bis in die Gegend von Hamm und vom Osterbaum, zwischen Elberfeld und Barmen, nach der Kemnade im Ruhrthal, anschließen. Die Entfernung zwischen Minden und Cöln beträgt ohngefähr 33 Meilen: die Kosten sind zu ohngefähr 2½ Mill. Thlr. veranschlagt [2]). — 5) Von Magdeburg bis Leipzig.

Würtemberg. In Stuttgart hat sich eine Gesellschaft gebildet, deren Zweck die Anlage und der Betrieb von Eisenbahnen (so weit es thunlich ist mit Dampfkraft) zwischen den Rhein, der Donau und dem Bodensee, von Heilbronn nach Stuttgart, Ulm und Friedrichshafen ist.

---

[1]) Henz, Denkschrift zur Begründung des Projektes der Erbauung einer Eisenbahn zwischen Cöln und Eupen, als deutsche Hälfte der Bahn von Cöln nach Antwerpen. Auszug des speziellen Bearbeitung des Planes. Leipzig 1836.

[2]) Harkort, die Eisenbahn von Minden nach Köln. Essen 1834.

V. Rußland.

In Rußland wurden die Eisenbahnen bis jetzt hin und wieder beim Bergbau angewendet, in diesem Jahre 1836 wird aber auf Kosten des Kaisers, durch den Ritter von Gerstner eine Bahn von Petersburg nach dem Lustschlosse Zarskoje-Selo angelegt, auf deren Technisches wir noch zurückkommen.

Egypten. Eine Eisenbahn zwischen Kairo und dem rothen Meere ist bereits begonnen. Sie soll etwas östlich von Suez (weil bei Suez selbst das Meer nicht tief genug ist) anfangen, schräg nach Ajèrud und von da südlich ganz gerade bis innerhalb einer Stunde von Kairo laufen, wo an einer Stelle, ungefähr mitten zwischen dieser Stadt und Birket und Hadji, ein großes Lagerhaus gebauet werden soll. Von hier aber soll ein Arm nach Kairo und ein anderer bis an das Delta hinabgeführt werden. Der Boden zwischen Kairo und Adjerud soll hoch und kieselig hart seyn, und die untern Lagen so steinig, daß sich nirgend durch Bohren Wasser entdecken ließ. Die Strecke beträgt 84 engl. Meilen. Diese Eisenbahn ist für ganz Europa wohl eine der wichtigsten, indem sie den großen Umweg um Afria der Schifffahrt erspart, wodurch alle Erzeugnisse Ostindiens und Neuhollands ungleich billiger und schneller nach Europa und umgekehrt die europäischen nach diesen Ländern gelangen werden.

VI. Amerika.

Obgleich Nordamerika später als England Eisenbahnen erhielt, so entwickelte sich dieses wichtige Kommunikationsmittel dort doch ungleich schneller. Im Jahre 1833 waren in den Vereinigten Staaten 46 Eisenbahnen vollendet. Davon kommen auf Massanchusetts 5, auf New-York 6, auf New-Jersey 5, Pensylvanien 15, Delavare 2, Maryland 2, Virginia 2, Nord-Karolina 3, Süd-Karolina 1, Georgia 1, Alabama 2, Luisiana 1, Kontuki 1, dagegen waren über 137 neue entworfen, nämlich im Staate Massachusetts 4, Rhode-Island 2, New-York 25, New-Jersey 2, Pensyl-

vanien 67, Maryland 2, Virginien 5, Nord-Karolina 3, Georgia 2, Alabama 1, Missisippi 2, Luisiana 1, Ohio 12, Indiana 1, Kolumbia 1. — Die Länge der Bahnen und die glücklich überwundenen Schwierigkeiten zeichnen die amerikanischen vortheilhaft aus. In Pensylvanien ist die größte, welche Philadelphia mit den Ufern des Alleghany und mit dem Ohio verbindet. Sie besteht aus 3 Abtheilungen, führt über mehrere Flüsse und mit Bogen überwölbte tiefe Thäler. Man zählt 31 Viadukte, zusammen 12 engl. Meilen lang, 73 steinerne Bogen, 500 Abzugskanäle, 18 Brücken. Die Durchgrabungen sind oft sehr tief und die Dämme sehr hoch, an einer Stelle z. B. läuft die Bahn 80 Fuß hoch senkrecht über dem Boden eines Abgrundes, während an andern Stellen nicht selten Ausgrabungen von 40 Fuß Tiefe vorkommen.

Von dem Ende dieser Bahn bei Columbia an, bis nach Hollydaysburg an der Juniata, ist die Verbindung durch den Unionkanal vermittelt, von letzterm Ort bis Johntown am Conemaugh hingegen, eine Strecke von 36½ Meilen, ist wieder eine Eisenbahn gezogen. Dieser Theil der Bahn führt mittelst mehreren schiefen Flächen und durch ein Tunnel von 900 Fuß Länge, 19 Fuß Höhe und 22 Fuß Weite über das Alleghany-Gebirge. Man trifft hier 400 schiefe Viadukte, außer 70 steinernen Bogen und andern Mauerwerken. Die Eisenbahn, welche Philadelphia mit New-York verbindet, ist 60 engl. Meilen lang.

Eine der größten ist aber die Baltimore- und Ohio-Eisenbahn, die von Baltimore bis Pittburg 330 engl. Meilen lang seyn wird. Ein bedeutender Theil davon ist bereits vollendet.

1830 begann man eine Bahn von Baltimore nach dem 70 Meilen davon entfernten York in Pensylvanien anzulegen; 1831 wurde zur Verbindung der nördlichen und südlichen Staaten eine Bahn unternommeu, welche bei Petersburg in Virginien beginnt und bei Wolden am Roanake endet.

Der Bau der Südkarolina-Eisenbahn begann im Herbst 1830 und bis zum Jahr 1833 waren beinahe 100 Meilen vollendet und 35½ Meilen waren noch zurück. Sie geht von Charleston nach der Stadt Hamburg, die Auguſtin gegenüber, am Savomnah liegt.

Nach Pouſſin [1]) — Major in Dienſten der Vereinigten Staaten — waren daſelbſt (1834?) 98 Lieues Doppelbahnen mit maſſiven Schienen und ſteinernen Unterlagen, zu 166 Franken das Meter, 51⅛ Lieues, ebenfalls doppelte, jedoch nur hölzerne und mit Eiſen plattirte Bahnen, von denen das Meter 144 Fr. koſtete, 199¾ Lieues mit einfacher plattirter Bahn, im Mittelpreiſe von 54 Fr., 96¾ Lieues im Bau begriffener Doppelbahnen von plattirtem Holze, zu 128 Fr. und 138½ Lieues einfacher plattirter Bahnen zu 62 Fr., im Ganzen 352¼ Lieues fertige und 228⅛ Lieues im Bau begriffene, oder beinahe 600 Lieues Eiſenbahnen, vorhanden. Die wichtigſten ſind:

1) Die von Boſton nach Neuorleans; wird 180 Lieues lang; eine Verzweigung davon iſt die Bahn von Boſton nach New-York, eine zweite eingreifende Nebenbahn iſt die von Stonington, iſt auf ſtehenden Holzpfeilern, von der Höhe eines Meter und in ein Meter Entfernung angelegt. Die Lieue kommt nicht über 120,000 Fr.

2) Von New-York nach Philadelphia. Man legt 10 Lieues zu Waſſer und 24 Lieues auf Eiſenbahnen in 5½ Stunden zurück.

3) Von Philadelphia nach dem 48 Lieues davon entfernten Baltimore.

4) Von Baltimore nach Waſhington, eine doppelte Bahn, die noch nicht vollendet iſt und 133 Lieues lang wird. In wenigen Jahren wird man die 435 Lieues von Boſton nach Charleston in 72 Stunden zurücklegen, oder

---

1) Chemins de fer Americains. 1835. Dieſes wichtige Werk, welches jetzt auch ins Deutſche überſetzt wird, werden wir im Verfolg dieſer Schrift vielfältig benutzen.

in halb so viel Zeit, als man von Paris nach Marseille auf einer um die Hälfte kürzere Straße gebraucht.

Linien des Atlantischen Stromgebiets nach Westen. 1832 bildete sich eine Kompagnie mit 30 Millionen Fr. für eine Eisenbahn von New-York nach dem Friesen, die 196 Lieues lang seyn wird; eine andere wird von New-York nach Albany gehen. In Pensylvanien sind zwei Linien begonnen, die vonPhiladelphia aus nach dem Westen gehen, um Pensylvanien mit dem großen Missisippithal, quer durch die amerikanischen Alpen und die Alleghany's zu verbinden. Auch von Maryland geht eine Eisenbahn nach dem atlantischen Ocean, in Südkarolina eine von Charleston nach August ꝛc.

Südamerika. Durch Londoner Unternehmer wird auch Brasilien bald eine Eisenbahn erhalten, wodurch Villa Rica mit dem Meere in fast unmittelbare Berührung gebracht werden soll. Diese Eisenbahn wird vom Ufer des Rio doce beginnen, wo die bequeme Beschiffung desselben aufhört, und dann ziemlich gerade nach Villa Rica hinauf geführt werden.

Auch von Santiago, an der Südküste von Cuba bis zur Havannah, soll eine Eisenbahn angelegt werden und endlich hat der Congreß von Neu-Granada 1834 die Vollziehungsgewalt ermächtigt, den Bau einer Eisenbahn über die nur 12 Meilen breite Landenge von Panama oder Darion zu gestatten. Dieselbe wird nächst der über die Landenge von Suez eine der wichtigsten werden, indem dadurch die Verbindung zwischen dem atlantischen und dem stillen Ocean außerordentlich erleichtert wird.

Zweites Kapitel.

Allgemeine Betrachtungen über Ersparung an Transportkraft und Transportkosten durch Eisenbahnen, so wie über Vergrößerung der Geschwindigkeit des Transports [1]).

Bei der Untersuchung über die Ersparung an Transportkosten wird es, weil es ins besondere auch auf eine Vergleichung der Eisenbahnen mit Chausseen, in Beziehung auf den größern Vortheil ankömmt, welchen die eine oder die andere Art von Straßen gewährt, angemessen seyn, ins besondere zunächst nur auf die Pferdekraft Rücksicht zu nehmen, weil nur diese auf beiden Arten von Straßen gleich benutzbar ist, während die Dampfkraft, wie schon bemerkt, den Eisenbahnen einstweilen noch, wenigstens zu dem Zwecke einer sehr großen Beschleunigung des Transports ausschließlich vorbehalten bleibt.

Die Kraft, welche zur Fortschaffung eines Fuhrwerks auf einer Straße, mit einer bestimmten Geschwindigkeit, nothwendig ist, richtet sich offenbar nach dem Widerstande, welchem das Fuhrwerk auf der Straße begegnet, und steht

---

[1]) Wir benutzen bei der Abfassung dieses Kapitels, welches durchaus nothwendig erscheint, ehe wir zu der eigentlichen Anlage der Eisenbahnen und zu dem Transport auf denselben weiter gehen, die schon oben erwähnte kleine Schrift des Hrn. G. R. Crelle, indem das von diesem erfahrenen Architekten in derselben Gesagte überaus zweckmäßig und passend erscheint, um die Leser auf den Standpunkt zu stellen, von wo aus die Eisenbahnen nothwendig betrachtet werden müssen.

mit ihm in geradem Verhältniß; denn wenn z. B. der Widerstand doppelt und dreifach so groß ist, muß auch die Kraft zwei- und dreimal so groß seyn; ist der Widerstand halb so groß, so ist nur die Hälfte der Kraft nöthig ꝛc.

Der Widerstand nun, welchen das Fuhrwerk auf der Straße findet, ist zweierlei Art, und die erste Art zerfällt wieder in zwei Theile. Er entsteht nämlich:

1stens aus der Reibung

a) der Achsen in den Büchsen der Räder,

b) der Radfelgen auf der Straße;

welcher letztere Theil des Widerstandes aber nur fast uneigentlich Reibung genannt wird, indem die Räder in der Regel auf der Bahn nicht gleiten, und sich also auf derselben nicht eigentlich reiben, sondern vielmehr, rollend, über die Unebenheiten der Bahn hinweg zu heben sind; wobei zugleich auf der Chaussee vielleicht Steine und Kiesel zerdrückt werden.

2tens daraus, daß die Last des Fuhrwerks selbst, so wie wie auch diejenige der ziehenden Thiere oder Maschinen, dann, wenn die Bahn nicht vollkommen horizontal liegt, beim Bergauffahren, wie auf eine schiefe Ebene, allmählig hinauf gehoben werden muß.

Nur der erste Theil des Widerstandes, der aus der Reibung der Radachsen in den Büchsen und der Radfelgen auf der Straßenbahn entsteht, ist, nach Verschiedenheit der Bauart der Straßen und der Fuhrwerke, verschieden. Der zweite Theil ist durchaus immer, und ohne alle Ausnahme, für jede Art der Straße und für jede Art des Fuhrwerks ganz vollkommen derselbe. Er läßt sich weder vermindern, noch auch vermehren, die Lasten mögen auf Schlitten, oder auf schlecht oder gut gebauten Wagen, auf bodenlosen, sandigen oder sumpfigen Straßen, oder auf einer Chaussee, oder auf einer Eisenbahn transportirt werden; denn er rührt unmittelbar von der Wirkung der Schwere der Körper selbst her, jener unabänderlichen und

unwandelbaren Naturkraft, die allen Körpern unveräußerlich und unveränderlich inwohnt.

Also nur allein an dem ersten Theil des Widerstandes, und folglich nur an demjenigen Theile der Transportkraft, der zur Ueberwindung dieses Theils nothwendig ist, und mithin auch nur an den Kosten dieses Theils kann durch Vervollkommnung der Straßen und der Fuhrwerke gespart werden.

Daraus folgt denn schon hier im Allgemeinen, und selbst ohne erst näher auf Zahlen einzugehen, offenbar, daß man ja nicht etwa wie folgt rechnen dürfe: die Transportkosten auf einer vorhandenen Chaussee betragen nach der Erfahrung so und so viel; auf einer horizontalen Eisenbahn wird der so und so vielte Theil derjenigen Transportkraft, die auch einer horizontalen Straße nöthig seyn würde, erspart; die Kosten dieser Kraftersparung als der eben so vielte Theil der Kosten der Transportkraft auf der Chaussee angeschlagen, gewähren gute Zinsen der Kosten einer Eisenbahn: also ist es vortheilhaft, eine Eisenbahn statt der vorhandenen Chaussee zu bauen. Eine solche Rechnung kann, wenn das Terrain einigermaßen bedeutend uneben ist, so ungemein unrichtig seyn, daß sich am Ende statt 5, 6 und mehrere Prozent Zinsen, die man erwartete, vielleicht nur die Hälfte und noch weniger ergiebt; denn es wird ja durch die Eisenbahn keineswegs auch auf der nicht horizontalen Straße der eben so vielte Theil der gesammten Transportkosten erspart, als auf horizontaler Straße, sondern nur der eben so vielte Theil von einem Theile der Transportkosten, nemlich von demjenigen Theile, der auf die zur Ueberwindung der Reibung der Achsen in den Büchsen und der Radfelgen auf der Bahn nöthige Zugkraft kommt, keineswegs auch nur das geringste von den Kosten der Kraft, die nöthig ist, die Lasten auf der schrägen Bahn in die Höhe zu heben; dieser lezte Theil der Kraft aber, welcher völlig unverändert der nämliche bleibt, kann so bedeutend seyn, daß die wirkliche Ersparung an Transportkosten am Ende nur sehr gering ist. Und auf Ersparung an Transportkosten beruht einzig und allein die

Möglichkeit der Ausführung von Eisenbahnen durch Privat-Unternehmer.

Besser schon, und sogar scheinbar ganz wichtig würde es seyn, wenn man wie folgt rechnete. Durch eine Eisenbahn wird gegen eine Chaussee von demjenigen Theile der Transportkraft, der zur Ueberwindung der Reibung der Wagenachsen in den Büchsen und der Radfelgen auf der Straße, also mit Ausschluß der zum Heben der Lasten über die Anhöhen erforderlichen Kraft nothwendig ist, der so und so vielte Theil erspart; folglich der so und so vielte Theil das jenem Theile der Transportkraft entsprechenden Theils der Transportkosten. Diese Ersparung gewährt noch gute Zinsen der Anlagekosten der Eisenbahn: folglich ist es eine vortheilhafte Unternehmung, eine Eisenbahn auf der vorhandenen Chaussee zu bauen, oder dicht daneben. Aber auch diese Rechnung kann noch unrichtig seyn, und selbst in solchem Maaße, daß wiederum statt 5 oder 6 Prozent Zinsen am Ende nur die Hälfte herauskommt.

Um aber näher ans Licht zu stellen, wie und in welchem Maaße möglicherweiße das Resultat der ersten von den obigen beiden Berechnungen von der Wahrheit abweichen kann, müssen wir zuvörderst auf einige Zahlen eingehen.

1) Ein Pferd von mittlerer Stärke kann auf einer guten, horizontalen Chaussee, mit der Geschwindigkeit von 1000 Ruthen in der Stunde, oder $3^1/_3$ Fuß in der Sekunde, täglich $4^1/_2$ Meilen weit und bei einem Ruhetage nach je fünf Tagen, ein gut gebautes Fuhrwerk, mit eisernen Achsen, hohen Rädern u. s. w. fortziehen, welches mit seiner Ladung 24 Zentner wiegt.

2) Das nemliche Pferd kann, mit der nemlichen Geschwindigkeit, täglich eben so weit, und ebenfalls den je fünften Tag ruhend, auf einer guten, horizontalen Eisenbahn, wiederum für die möglichste Verminderung der Reibung gebauete Fuhrwerke fortziehen, welche mit ihrer Ladung zusammen 240 Ztr. wiegen.

3) In beiden Fällen kommt auf das Gewicht der Fuhrwerke selbst etwa der dritte Theil der gesammten Last, so daß die fortgeschaffte Fracht zwei Drittheile derselben beträgt.

4) Die Kraft, welche das Pferd bei seiner oben beschriebenen Wirkung in horizontaler Richtung anwendet, ist zu einem Zentner oder 110 Pfund anzunehmen; das Gewicht des Körpers des Thieres zu 5 Ztr.

5) Derjenige Theil des horizontalen Widerstandes also, den die Fuhrwerke, auf der Straße, in der Reibung der Radachsen auf den Büchsen und der Radfelgen auf der Bahn finden, beträgt auf der Chaussee den 24sten und auf der Eisenbahn den 240sten Theil des Gewichts der Fuhrwerke; denn auf einer horizontalen Straße giebt es keinen andern Widerstand, als jenen, und folglich wird hier die gesammte Zugkraft des Pferdes von 1 Zentner zur Ueberwindung der auf der Chaussee von 24 Ztr. Last und auf der Eisenbahn von 240 Ztr. Last herrührenden Reibung verwendet.

6) Die Kraft, welche unabhängig von der Reibung der Achsen der Fuhrwerke und der Radfelgen auf der Bahn, also außer derselben nöthig ist, eine Last eine schräge Bahn bergauf zu ziehen, ist, einem Naturgesetze zufolge, dem nemlichen Theil der Last gleich, welchen die auf der Bahn erstiegene Höhe von ihrer Länge ausmacht. Also wenn z. B. die Straße 1 auf 24, d. h. z. B. 1 Fuß auf 24 Fuß Länge, oder 1 Ruthe auf 24 Ruthen Länge u. s. w. hinauf steigt, so beträgt die Kraft, welche, außer derjenigen zur Ueberwindung der Reibung, zum heraufziehen der Last nöthig ist, den 24sten Theil derselben. Steigt die Straße 1 auf 50, so beträgt sie den 50sten Theil der Last ꝛc.

Hieraus würde sich nun, wenn man, zunächst nach den einfachsten, scheinbar richtigen Ansichten, einen Ueberschlag machen wollte, Folgendes ergeben:

Um 240 Ztr. auf einer horizontalen Chaussee fortzuziehen, sind nöthig . . . . . 10 Pferde Kraft

auf einer horizontalen Eisenbahn hingegen nur . . . . . 1 = =

Also werden durch die Eisenbahn gegen die Chaussee erspart . . . . . 9 Pferde Kraft,

oder $^9/_{10}$, d. h. der Zugkraft . . . . 90 Prozent.

Steigt dagegen, die Chaussee sowohl, als die Eisenbahn, z. B. 1 : 240, so ist beim Bergauffahren auf der einen sowohl, wie auf der andern, noch ausserdem zum Emporheben der Last der 240ste Theil derselben, mithin noch 1 Pferdekraft nöthig. Also sind, um die 240 Ztr. bergauf zu schaffen, überhaupt nöthig auf der Chaussee . . . . . 11 Pferde Kraft

auf der Eisenbahn . . . . . 2 = =

Mithin werden durch die Eisenbahn gegen die Chaussee erspart, wieder . . 9 Pferde Kraft

oder $^9/_{11}$, das heißt der Zugkraft . . . $81^9/_{11}$ Prozent.

Steigen die beiden Straßen 1 auf 120, so ist zum Emporheben der Last der 120ste Theil derselben nöthig; also noch 2 Pferde Kraft, mithin überhaupt

auf der Chaussee . . . . . 12 Pferde Kraft,

auf der Eisenbahn . . . . . 3 = =

und es werden durch Eisenbahn gegen die Chaussee erspart, wieder . . . 9 Pferde Kraft,

oder $^9/_{12}$, d. h. der Zugkraft, u. s. w. . . 75 Prozent.

Ueberhaupt sieht man, daß nach dieser Art zu rechnen immer 9 Pferde Kraft für 240 Ztr. Last erspart werden würden, welches auch das Gefälle der beiden Straßen seyn mag. In der That würde die Ersparung in allen Fällen diejenige Kraft seyn, welche zur Ueberwindung der Reibung auf der Eisenbahn weniger nöthig ist, als auf der Chaussee; denn der andere Theil der Zugkraft, welchen das Emporheben

der Last erfordert, bleibt, wie schon bemerkt, auf beiden Straßen, so wie auch auf jeder beliebigen andern immer und völlig unverändert derselbe. Da nun aber die gesammte Zugkraft mit dem Gefälle immer fort zunimmt, so ist die Ersparung von 9 Pferden Kraft, so wie die Straße steiler wird, auch immer fort ein geringerer Theil der gesammten Zugkraft. Steigen die beiden Straßen z. B. 1 auf 24, so wären auf der Chaussee zusammen 20 Pferde Kraft nöthig und die Ersparung von 9 Pferden Kraft betrüge nur noch $^9/_{20}$ oder 45 Procent der gesammten Zugkraft, statt der 90 Procent auf der horizontalen Bahn; also nur noch halb so viel.

Es darf indessen, ehe wir weiter gehen, nicht unbemerkt bleiben, daß die vorhergehende Rechnungsart, obgleich in der That die durchaus sich ergebenden Verhältnisse der Ersparung der Zugkraft auf der Eisenbahn gegen die auf der Chaussee wirklich genau dieselben sind, welche eine wichtigere Rechnung ergiebt, dennoch in Rücksicht des Betrages der Zugkräfte selbst, auf der einen oder der andern Art vor Straße bedeutende Modifikationen erleiden. Diese Modifikationen ziehen freilich keine Aenderungen der Resultate nach sich, worauf es hier ankommt, allein sie dürfen nicht unerwähnt bleiben, um nicht eine Rechnungsmethode überhaupt für richtig anzugeben, welche es nicht ist.

Diese Modifikationen sind folgende:

Erstlich nemlich ist es, strenge angenommen, nicht richtig, für den Widerstand; den die Fuhrwerke auf der Straße durch die Reibung der Radachsen in den Büchsen und der Radfelgen auf der Bahn finden, auch dann, wenn die Straße nicht horizontal ist, den nemlichen Theil der Last anzunehmen, wie wenn die Straße wagerecht liegt. Denn die Richtung des Druckes ist immer senkrecht, also dann, wenn die Straße nicht horizontal ist, auf derselben nicht senkrecht, wie in dem Fall einer horizontalen Straße. Der Druck der Last auf eine schräge Bahn ist schräg, und der von der Last herrührende senkrechte Druck auf die Bahn ist

geringer als die Last. Und da sich nun die Reibung einer Last auf einer Fläche nur nach dem perpendikulairen Druck richtet, so ist auch die Reibung etwas geringer, als sie oben angesetzt wurde. Freilich ist der Unterschied nur sehr gering, er beträgt, selbst bei dem stärksten Gefälle einer Straße, von 1 auf 18, noch nicht den 600ten Theil des Ganzen. Gleichwohl ist er vorhanden.

Zweitens muß, nächst der Last, welche die Pferde auf einer schrägen Straße in die Höhe ziehen, auch das eigene Gewicht der Thiere selbst von ihnen in die Höhe gebracht werden, so daß also das Gewicht der Zugthiere selbst zu dem Gewicht der Wagen, vor welche sie gespannt sind, noch hinzukommt. Der Unterschied, welcher hieraus in den einzelnen Resultaten entsteht, ist bedeutend, weil das Gewicht der Pferde gegen die Last, welche sie ziehen, nicht unbeträchtlich ist.

Drittens ist die Anstrengung, welche Zugthiere bergauf machen müssen, um eine größere Zugkraft hervorzubringen, stärker, als die Zugkraft selbst. Dieser Umstand liegt in dem Bau des Körpers der Thiere. Ein Pferd bringt dadurch seine Zugkraft hervor, daß es sich nach vorn überlehnt, damit sein Schwerpunkt vor seine Unterstützung falle. In der zu diesem Ueberlehnen und dem Fortbewegen seines Körpers nöthiger Anwendung der Muskelkraft, besteht die Anstrengung die es machen muß, um zu ziehen. Auf schräger Bahn muß es sich aber, etwa um den Winkel der die Bahn mit dem Horizont macht, stärker überlegen, als auf horizontaler Straße für die nemliche Zugkraft. Also ist ist seine Anstrengung auf schräger Bahn, zur Hervorbringung der nemlichen Zugkraft stärker, als auf wagerechter Straße. Dieser Unterschied der Anstrengung der Zugthiere ist ebenfalls nicht unbedeutend. Die beiden letzten Umstände müssen daher auch nothwendig um so mehr in Rechnung kommen.

Eine Auseinandersetzung der Art, wie diese Modifikationen in Rechnung zu bringen sind mittelst des Calculs, würde hier zu weit führen, hier auch nicht recht am Platze

seyn; wir kommen weiter unten darauf zurück. Sie kann aber auch hier um so eher unberücksichtigt gelassen werden, da, wie bemerkt, die Resultate, auf welche es hier ankommt, von denen der obigen einfachen, allgemein verständlichen Rechnung nicht abweichen. Die Resultate sind folgende:

Neigung der Straße gegen den Horizont.	Gesammte nothwendige Anstrengung der Zugthiere, um 240 Zentr. bergauf zu ziehen.		Also auf der Eisenbahn weniger.	Es werden daher an der Zugkraft gegen die auf der Chaussee erspart.
	Auf einer Chaussee.	Auf einer Eisenbahn.		
0 od. horizont.	1100 Pfd.	110 Pfd.	900 Pfd.	90 Prozent.
1 auf 240	1263 =	230 =	1033 =	$81^{9}/_{11}$ =
1 = 120	1440 =	360 =	1080 =	75 =
1 = 72	1703 =	553 =	1150 =	$67^{1}/_{2}$ =
1 = 48	2084 =	834 =	1250 =	60 =
1 = 36	2538 =	1168 =	1370 =	54 =
1 = 24	3771 =	2074 =	1697 =	45 =
1 = 18	5775 =	3547 =	2228 =	$38^{1}/_{2}$ =

Die Tafel zeigt, daß der Betrag der Zugkraft selbst auf der Chaussee, wie auf der Eisenbahn, so wie ihr Unterschied, von demjenigen, welchen die obigekürzere Rechnung gab, überall und sogar bedeutend abweicht, indem z. B. die Ersparung an Zugkraft keineswegs überall 9 Ztr. beträgt, sondern sogar bis über 20 Ztr. steigt. An den obigen Beispielen der horizontalen Straße und der von 1 auf 240, 120 und 24 steigenden aber sieht man, daß das Verhältniß der Zugkraft auf der Eisenbahn zu derjenigen auf der Chaussee in der obigen Tafel, mit den oben gefundenen genau übereinstimmt; die Ersparung ist hier, wie dort, in den erwähnten Fällen resp. 90, $81^{9}/_{11}$, 75 und 45 Prozent. Wenden wir das Obige zuvörderst auf Betrachtungen an, die den Bau einer jeden Eisenbahn, besonders wenn sie, wie es gewöhnlich der Fall ist, von Privaten unternommen wird, nothwendig vorausgehen müssen. — Die Resultate der obigen Rechnungen ergeben nun, daß man möglicher Weise

zu einem sehr von der Wahrheit abweichenden und dem Unternehmungs-Kapital einer Eisenbahn ungemein gefährlichen Ergebniß gelangen könnte, wenn man schließen wollte, es werde, weil die Ersparung an Transportkraft und folglich an Transportkosten, auf einer horizontalen Eisenbahn 90 Prozent von den Transportkosten auf einer Chaussee beträgt, das nemliche überhaupt Statt finden. Wenn man auf solche Weise, nachdem die Transportkosten auf der Chaussee berechnet worden sind, (was, wenn eine Chaussee schon vorhanden ist, aus der Frequenz und den üblichen Frachtkosten, mit Berücksichtigung des Gewinnes der Fuhrleute, ganz gut angeht), annehmen wollte, daß 90 Prozent dieser Kosten auf der Eisenbahn weniger nöthig seyn werden, und dann die Unternehmung der Eisenbahn beschließen wollten, sobald sich findet, daß die 90 Prozent der Transportkosten, nächst den Erhaltungs-, Verwaltungs- und Amortisations-Kosten des Anlagekapitals, gute Zinsen, etwa von 5 bis 6% gewähren: so könnte es in der That kommen, daß sich, nachdem die Eisenbahn gebaut worden ist, statt 5 oder 6 Prozent, nur 2 oder 3 Prozent ergeben. Denn die Ersparung an den Transportkosten kann, wie die Tabelle zeigt, von 90 Prozent auf weniger als die Hälfte herabsinken. Aber auch selbst nicht bis zu 1 auf 18, oder 1 auf 24 darf das Gefälle der Straße steigen, um bis zu der Hälfte der Zinsen herab zu kommen, sondern es kann sich, weil die Erhaltungs- und Verwaltungskosten die nemlichen bleiben, ergeben, daß schon bei einem weit geringern Gefälle die Zinsen sehr schlecht ausfallen. Dieses letzte wird sich am besten an einem Beispiel zeigen lassen.

Es betragen die Frachtkosten auf irgend einer Straße, nach Abzug des Gewinnes der Fuhrleute 10,000 Rthlr. jährlich auf eine Meile; so bestände der Gewinn für die Eisenbahn, nach dem Satze berechnet, daß durch dieselbe 90 Prozent der Transportkosten durch die Chaussee erspart werden, in 9000 Rthlr. jährlich. Die Anlagekosten für eine Meile Eisenbahn wollen wir, wie es bei günstigem Terrain der Fall

ist, zu 120,000 Rthlr. annehmen. Veranschlagt man nun die Erhaltungskosten zu 2000 Rthlr. und die Verwaltungskosten zu 1000 Rthlr. jährlich, so bleiben noch 6000 Rthlr. reiner Ueberschuß, welcher zu den Zinsen und zu dem Amortisationsfond 5% giebt. Ist aber die Straße nicht horizontal, sondern hat sie ein Gefälle von 1 : 24, so werden nicht 90, sondern nur 45% der Transportkosten und im vorliegenden Beispiel nicht 9000, sondern nur 4500 Rthlr. und bei den nemlichen Erhaltungs- und Verwaltungskosten, nur $1^1/_4$% des Anlagekapitals an Zinsen und Amortisationsfonds erzielt. Der Abhang der Straße braucht aber auch gar nicht so stark zu seyn (1 : 24, oder 6 Zoll auf die Ruthe), sondern selbst schon ein viel geringeres Gefälle giebt schon ein schlechtes Resultat. Ja selbst schon ein Gefäll von 1 : 120 ($1^1/_5$ Zoll auf die Ruthe), wie es selbst in den ebensten Gegenden, fern von allen Gebirgen häufig ist, reducirt die Ersparung an Transportkosten durch die Eisenbahn auf 75%, auf 7500 Rthlr. und es bleiben nach Abzug der Erhaltungs- und Verwaltungskosten nur 4500 Rthlr. übrig, was nur $3^3/_4$ Prozent Verzinsung und Amortisations-Fonds giebt.

Hieraus folgt denn deutlich, daß man sich durch jene Art zu rechnen, nämlich durch Vernachläßigung einer nähern und speziellern Berücksichtigung der Abhänge der Bahn, gar sehr täuschen könne, und daß es in der That ganz unmöglich ist, aus der bloßen Frequenz und den üblichen Frachtkosten auf einer vorhandenen Chaussee mit irgend einiger Sicherheit auf die Erfolge und den Ertrag einer Eisenbahn zu schließen.

Man kann zwar zunächst einwenden, daß der Transport der Lasten fast niemals nur bergauf statt finde, daß manche Straßen, z. B. von Gruben nach Flüssen und Kanälen ꝛc. in der Regel bergab gingen, Straßen von größerer Länge aber in der Regel abwechselnde Gefälle hätten und daß in solchen Fällen die Ersparung an Transportkraft auf der Thalfahrt, die Zulage an Kraft bei der Bergfahrt mehr oder weniger kompensire. Jedoch gereicht die Thalfahrt einer Eisenbahn durchaus nicht in dem Maaß zum Vortheil, wie

einer Chaussee, nur bei einem sehr geringen Gefälle findet dieser Vortheil unbedingt statt; denn es läßt sich behaupten, daß in der Regel die abwechselnde Thalfahrt der Bergfahrt bei einer Eisenbahn, keineswegs gleich vortheilhaft gegenüberstehe, wie bei einer Chaussee, sondern es sey vielmehr die Ersparung an den Transportkosten auf der Thalfahrt sehr weit entfernt, die Zuschüsse für die Bergfahrt zu compensiren und man muß, um sicher zu gehen, vielmehr wirklich beinahe auf fortwährende Bergfahrt rechnen. Nur allein, wenn die Gefälle sehr gering sind, findet bei Eisenbahnen eine Kompensation statt; von dergleichen geringen Gefällen läßt sich aber überhaupt nichts Nachtheiliges behaupten.

Um aber diese allgemeinen Aeußerungen zu rechtfertigen, müssen wir wieder erst etwas näher auf die Art und Eigenthümlichkeit der Eisenbahnen eingehen.

Wir haben oben gesehen, daß die Reibung der Radachsen in den Büchsen und der Radfelge auf den Schienen zusammen ungefähr den 240sten und auf den Chausseen ungefähr den 24sten Theil der Last der Fuhrwerke und ihrer Ladung beträgt; deßgleichen daß die Kraft, welche nöthig ist, eine Last eine schiefe Ebene hinauf zu ziehen, den eben so vielten Theil der Last ausmacht, wie die Steigung der Fläche von ihrer Länge. Daraus läßt sich unmittelbar schließen, daß, so bald eine Eisenbahn stärker abfällt als 1 auf 240 und einer Chaussee stärker als 1 auf 24, die Fuhrwerke mit ihrer Ladung von selbst herabrollen werden; denn die zum Heraufziehen einer Last nöthige Kraft ist es, welche die Last bergauf treibt, und folglich wird sich die Last wirklich von selbst bergab bewegen, sobald jene Kraft stärker ist als der Widerstand, den die Reibung der Achsen in den Büchsen und der Radfelgen auf der Bahn, dem Herabrollen entgegensetzt. Die obigen Bedingungen des Herabrollens der Fuhrwerke auf Eisenbahnen und Chausseen durch das eigene Gewicht, bestätigt auch wirklich die Erfahrung.

Es folgt nun weiter, daß, so lange der Abhang einer Eisenbahn weniger beträgt, als 1 auf 240, und der Abhang

einer Chaussee weniger als 1 auf 24: daß dann, weil das Gewicht der Fuhrwerke selbige bergab treibt, und dieser Trieb der Zugkraft bei der Thalfahrt nicht entgegenwirkt, sondern ihr zu Hülfe kommt, durch den Abhang der Bahn eine wirkliche und wesentliche Ersparung an der Transportkraft und an den Transportkosten erlangt wird, obgleich dieser Gewinn gleichwohl noch keineswegs so groß ist, als es beim ersten Anblick scheinen mag; denn die Zugthiere, wenn sie auch gar nicht zu ziehen brauchen, müssen doch wenigstens noch ihren Weg durchlaufen, und die Kosten ihrer Erhaltung, während der Zeit, die sie dazu gebrauchen, sind nicht viel geringer, als in dem Falle, wenn sie sich ihrer Kraft zu bedienen haben.

Ganz anders aber verhält es sich, sobald der Fall der Straße stärker ist als resp. 1 auf 240 und 1 auf 24. Alsdann entsteht ein Ueberschuß der aus dem Fall der Bahn herrührenden Kraft, welche die Fuhrwerke thalwärts treibt, über den Widerstand der Reibung; und der Wirkung dieses Ueberschusses der Triebkraft dürfen die Fuhrwerke nicht ohne Weiteres überlassen werden; denn er würde sie, nicht mit gleichbleibender, sondern mit zunehmender Geschwindigkeit forttreiben, und wenn der Abhang lang wäre, würde die Geschwindigkeit bald so groß werden, daß die Zugthiere und die Fuhrwerke beschädigt werden könnten, wie es Jedem schon von sehr steilen Chaussee bekannt ist. Die Fuhrwerke müssen also alsdann gehemmt werden; aber dieses Hemmen kann so genau nicht geschehen, daß es gerade nur den Trieb des Gewichts der Fuhrwerke Thalwärts aufhebt; es muß stärker seyn, als dieser Trieb; und folglich ist alsdann dennoch wieder Kraft zum Fortziehen der Wagen nöthig. Mindestens aber wird diese Kraft nicht geringer nöthig seyn, als auf horizontaler Bahn, und folglich ist ein Abhang von mehr als respektive 1 auf 240 und 1 auf 24 nicht mehr als vortheilhaft bei der Thalfahrt, sondern nur höchstens der horizontalen Lage der Straße gleich zu achten. Aber auch dieses kaum, oder doch nur da, wo der Abhang ent-

weder nur eben 1 auf 240 und 1 auf 24, oder doch nur sehr wenig mehr beträgt. Denn schnell nimmt die Triebkraft des Gewichts der Fuhrwerke zu; sehr bald ist Gefahr beim Herabfahren vorhanden; die Hemmung muß also zur Vorsicht noch stärker seyn, und bedeutend stärker, als strenge genommen nothwendig ist. Den Ueberschuß der Hemmung zu überwinden, erfordert aber Zugkraft und folglich nimmt mit dem Abhange eigentlich nicht die Ersparung an Zugkraft zu, sondern ab, und die Vermehrung desselben ist bei der Thalfahrt dem Transporte nicht mehr förderlich, sondern nachtheilig, in dem Maaße, daß sie sogar der Bergfahrt bald gleich geachtet werden muß. Der Abhang darf weiter nur noch wenig zunehmen, so ist die Thalfahrt, nach den bisherigen Erfahrungen, ohne besondere Vorrichtungen, mit dem bloßen Hemmen, gar nicht mehr möglich; dergleichen besondere Verrichtungen erhöhen aber wieder den Betrag des Anlage-Kapitals bedeutend und ändern folglich die ganze Rechnung.

In diesem Punkte ist nun aber die Eisenbahn, besonders für die Thalfahrt, gegen eine Chaussee wesentlich im Nachtheil. Eine Chaussee mit einem Abhang von 1 auf 18, oder von 8 Zoll auf die Ruthe, kann bei Hemmung sehr füglich mit Last bergab befahren werden. Keineswegs aber darf eine Eisenbahn ein solches Gefälle bekommen; ein Abhang von 1 auf 72 ist, wie die Erfahrung gezeigt hat, das Maximum, welches eine Eisenbahn ohne besondere Vorrichtung bekommen darf und selbst dann ist beim bloßen Hemmen schon Gefahr vorhanden, und man darf nicht gut über 1 auf 96 hinausgehen.

Auch bei der Bergfahrt sind Eisenbahnen mit starken Abhängen gegen Chausseen mit einem eben so starken Gefälle wesentlich im Nachtheil. Auf einer Chaussee nemlich, mit 1 auf 24 Gefälle, ist bergauf erst doppelt so viel Zugkraft nöthig, als auf einer horizontalen Straße. Zu dieser Verdoppelung der Anstrengung sind die Zugthiere, wenn anders der Abhang nicht etwa zu lang ist, noch fähig, ohne daß

Vorspann nöthig wäre; und das um so mehr, da sie auf dem folgenden bergab führenden Abhange wieder an Kraft sparen und sich erholen können. Auf der Eisenbahn dagegen erfolgt die Verdoppelung der Zugkraft schon bei einem Gefälle von 1 auf 240. Beträgt der Abhang 1 auf 120, so ist schon die dreifache Zugkraft nöthig, bei 1 auf 80 Abhang schon die vierfache, bei 1 auf 60 Abhang schon die fünffache Zugkraft. Für alle stärkere Abhänge als 1 auf 240 und höchstens 1 auf 160, muß also nothwendig Vorspann genommen werden, welches die Transportkosten mehr oder weniger bedeutend erhöhet. Also liegt auch hierin ein Grund gegen stärkere Gefälle der Eisenbahnen und es folgt, daß wenn das Terrain durchaus stärkere Abhänge erfordert, andere, besondere Vorrichtungen rathsam und erforderlich sind, um die Höhen zu ersteigen und zu übersteigen.

Nach den bisherigen Erfahrungen, sind die dazu erforderlichen Mittel kurz folgende: Erstlich. Man treibe, wenn auf ein starkes Steigen des Terrains nahe bei ein ungefähr gleich hohes Fallen folgt, also wenn die Straße über einen nur schmalen Terrain-Rücken führt, horizontal, oder doch nur mit geringem Gefälle, eine Tagestrecke (Tunnel) durch den Rücken und lege in denselben die Bahn.

Zweitens. Man setze, im gleichen Falle, auf den Gipfel des Rückens eine feststehende Dampfmaschine, oder ein Roßwerk und dergleichen, und lasse von denselben die Lasten den Rücken hinaufziehen und sie auf der andern Seite, von der Maschine gegen das Hinabgleiten festgehalten, wieder hinabrollen, wobei, wenn es thunlich, auch die hinabfahrenden Lasten dem Heraufziehen der bergauf führenden Wagen zu Hülfe kommen können.

Drittens. Man terrassire den Abhang, wenn er höher ist; d. h. man baue die Eisenbahn stufenweis hinauf, und zwar so lang als möglich beinahe horizontal; darauf eine geneigte Ebene (Rampe) von etwa 1 auf 30 Abhang; darauf wieder so lang als möglich die Bahn horizontal; hierauf wieder eine Rampe, u. s. w., bis zum Gipfel. Oben

auf jede Rampe wird eine Dampfmaschine gesetzt, welche die Fuhrwerke hinaufzieht und sie hinabfahren läßt.

Viertens. Man ersteige den Abhang mit der Eisenbahn durch Verlängerung derselben, mit Krümmungen von sehr großen Halbmessern, und zwar so, daß die verlängerte Bahn nur noch denjenigen Abhang behält, welcher ohne Vorspann erstiegen werden kann, und auf welchem, unter dem Schutze der bloßen Hemmung, die Lasten hinabrollen können.

Fünftens. Man mache durch die Unebenheiten Einschnitte, mit horizontalem, oder doch nur wenig abhängendem Boden, und lege in dieselben die Bahn. Die Erde aus den Einschnitten kann zugleich zu den Dämmen dienen, die vielleicht nöthig sind, um, mit dem verminderten Gefälle, Vertiefungen des Terrains zu passiren, die auf die Anhöhen folgen.

Das erste Mittel ist offenbar ungemein kostbar und seine Benutzung sehr beschränkt. Zu lange unterirdische Wege, selbst wenn die Kosten nicht in Betracht kommen, würden jedenfalls für die Reisenden höchst unangenehm seyn; auch können eigenthümliche Terrain-Hindernisse das Mittel unanwendbar machen. Da aber hauptsächlich die Kosten in Betracht kommen und diese offenbar sehr groß sind, so wendet man dieß Mittel nur wenig und in seltenen Fällen an, z. B. wenn der zu durchschneidende Terrain-Rücken sehr hoch und dabei nur schmal ist, oder wenn eigenthümliche Umstände und Hindernisse, z. B. das Dazwischenliegen einer Stadt, steiler Klippen und dergleichen, keine andern Mittel zulassen.

Das zweite Mittel, einen Terrain-Rücken zu übersteigen, scheint sich zwar, besonders dann, wenn das Gewicht der hinabfahrenden Wagen mit zum Bergaufziehen der hinauffahrenden benutzt werden kann, sehr zu empfehlen. Aber einestheils ist seine Anwendung nur wiederum sehr beschränkt, weil es, wenn die Abhänge einige hundert Ruthen, höchstens 600 Ruthen, lang sind, wegen der Länge des Seiles, welches die Wagen ziehen und halten muß, nicht mehr anwend-

bar ist; anderntheils ist auch dieses Uebersteigen eines Rückens ebenfalls nicht wenig kostbar, sowohl im Bau, als für den Transport selbst. Man rechnet, der Erfahrung nach, daß auf diese Art das Uebersteigen einer Höhe von etwa 150 Fuß so viel kostet, als der Transport auf 1 Meile horizontaler Eisenbahn.

Von dem dritten Mittel, wo es an die Stelle des zweiten treten muß, oder soll, gilt noch im stärkern Maaß, was so eben von dem zweiten gesagt worden. Es ist ebenfalls ungemein kostbar.

Das vierte Mittel ist offenbar das natürlichste; es erfordert keine künstlichen Maschinerien, die bekanntlich auch noch ihre eigenthümlichen Schwierigkeiten in dem Mangel an Leuten zur Anordnung, Erhaltung und Bedienung solcher zusammengesetzten Vorrichtungen haben; auch ist es fast überall anwendbar. Aber es ist ebenfalls kostbar und dieß noch um so mehr, da man, weil die Verlängerung einer Straße nicht ohne Krümmungen möglich ist, wiederum, insbesondere dieser Krümmungen wegen, wäre es auch thunlich, ihnen überall sehr große Halbmesser zu geben (was aber wenigstens wieder die Kosten erhöhen wird) den Abhang nothwendig, wenigstens auf längeren Straßen, so weit vermindern, also die Straße verhältnißmäßig in dem Maaße verlängern muß, daß bei der Thalfahrt das Uebergewicht des Triebes der Lasten bergab über die Reibung der Wagen denselben keine zu große Geschwindigkeit beibringen kann; denn ohne diese Beobachtung entsteht immer, eben aus den Krümmungen, für die Thalfahrt große Gefahr, sobald man nicht immerfort hemmen und dadurch viele Kraft verlieren, sondern die natürliche Kraft der Schwere benutzen will. Die Eisenbahn von St. Etienne nach Lyon z. B. liegt größtentheils auf einem fortlaufenden Abhange. Sie hat nur sehr mäßige Gefälle, von 1 bis $1^1/_2$ Zoll auf die Ruthe, von welchen man zum Theil die Wagen durch ihr eigenes Gewicht herabrollen läßt; aber sie hat viele Krümmungen. Bekanntlich nun hört man nur zu oft von Unglücksfällen

auf dieser Straße, und diese kommen daher, daß die Wagen, wenn sie zu stark in den Zug gekommen sind, in den Krümmungen über die Schienen springen, oder sonst beschädigt werden. Man wird es also nicht wagen dürfen, einer Eisenbahn auf längeren Abhängen (und durch die Verlängerung der Bahn werden die Abhänge schon für mäßige Höhen lang) mehr als 1 bis 1½ Zoll Gefälle auf die Ruthe zu geben. Und da nun eine Chaussee an solchen Stellen schon füglich 6 Zoll Gefälle auf die Ruthe würde bekommen dürfen, so folgt, daß die Eisenbahn wenigstens viermal so lang nöthig ist, als die Chaussee. Man sieht aber wie sehr hierdurch die Anlage-Kosten und folglich auch die Transport-Kosten erhöhet werden müssen; denn obgleich die zum Emporheben der Lasten nöthige Zugkraft für die ganze Höhe die nemliche bleibt, die Bahn mag stark oder schwach steigen, so bleibt doch nicht die andere, zur Ueberwindung der Reibung nöthige Zugkraft die nemliche, sondern wächst vielmehr im Verhältniß der Länge der Straße; denn es ist klar, daß auf die vierfache Länge viermal so viel Transportkraft und Transportkosten nöthig sind, als die einfache Länge.

Das fünfte Mittel endlich ist dasjenige, welches insbesondere für sehr ebene Gegenden paßt, wo es keine bedeutenden Anhöhen und Berge, sondern nur kleine Ungleichheiten des Bodens giebt. Aber die unvermeidliche Nothwendigkeit der Anwendung dieses Mittels in solchen Fällen ist gerade eine der Haupturſachen, weshalb Eisenbahnen meistens so sehr viel theurer sind, als Chausseen. Ihre großen Kosten liegen nemlich keineswegs in denen der Eisenschienen allein, sondern öfters eben so sehr in der Bedeutenheit der unvermeidlich nothwendigen Dammarbeiten, deren fast immer und fast ohne Ausnahme, bei weitem mehr nothwendig sind, als zu Chausseen. Natürlich sind auch weit mehr Dammarbeiten nöthig, um ein Terrain so zu reguliren, daß der Straßendamm nirgend mehr als 1 bis 1½ Zoll Gefälle auf die Ruthe bekommt, als wenn, wie bei der Chaussee, 4, 6 bis 8 Zoll, und ein beliebiger Wechsel von Steigen und Fallen zuläßig

ist. Freilich kommt eigentlich die hieraus entstehende Kostbarkeit der Eisenbahnen bei der Erwägung der gegenwärtigen Frage, in wiefern man davon abstrahiren müsse, die Transportkosten auf einer Eisenbahn so zu berechnen, als wäre sie horizontal, und ob nicht vielmehr die Transport-Kosten so zu schätzen seyen, als steige die Bahn fortwährend, nicht in Betracht, indem vorausgesetzt wird, die größere Kostbarkeit der Eisenbahnen werde bei der Zinsenberechnung des Anlage-Kapitals doch schon berücksichtigt. Indessen ist der Umstand nicht zu übersehen, daß die Kostbarkeit der Dammarbeit bei der Anwendung des fünften Mittels bald ungeheuer steigt, so wie das Terrain schwierig wird. So ist z. B. das Terrain zwischen Berlin und Potsdam sehr günstig und die Anhöhen, über welche sich die vorhandene Chaussee, gegen Potsdam hin, zieht, sollen von der Eisenbahn gänzlich umgangen werden; gleichwohl wird die Dammarbeit auf die Meile gegen 20,000 Thlr. kosten, blos weil Anhöhen zu durchschneiden und Vertiefungen von 20 und mehrere Fuß hoch und tief zu durchdämmen sind, die man außerdem kaum bemerken würde. Zu der Eisenbahn von Antwerpen nach Brüssel und Lüttich, auf Köln zu, wo das Terrain ebenfalls sehr eben und günstig ist, steigen die Kosten der Dammarbeiten von etwa 7000 Rthlr. bis auf 93,000 Rthlr. auf die Meile. Nur näher nach Antwerpen zu, wo der Boden, wie in Holland, fast wassergleich eben ist, finden die geringeren Kosten statt. Zur Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester haben die Dammarbeiten im Durchschnitt beinahe 200,000 Rthlr. auf die Meile gekostet, obgleich das Terrain keineswegs bergig und hügelig, sondern vielmehr noch zu dem ebenern zu rechnen ist. Man muß sich also wenigstens vor der Meinung hüten, als seyen die zur Verminderung der Transportkraft und der Transportkosten unumgänglich nothwendigen schwachen Gefälle einer Eisenbahn, selbst in scheinbar sehr ebenem Terrain, ohne großen Kostenunterschied herzustellen, oder auch es ließen sich diese Kosten nach der bloßen Ansicht des Terrains auch nur einigermaßen richtig schätzen.

Es ist gewiß selbst dem geübtesten Ingenieur völlig unmöglich, aus einer bloßen Ansicht der Gegend, ohne vorherige Ausmessung und Abwägung der Straßenlinie, auch nur zu sagen, ob die Dammarbeiten 10, oder 20, oder 30, oder 50tausend Thaler, oder noch mehr auf die Meile kosten werde. Die Kosten für die Schienen, Schienenstühle, Stein = und sonstigen Unterstützungen, sind ziemlich gleichförmig; sie betragen in Deutschland, Belgien, Frankreich und England zwischen 60 bis 80 tausend Thaler für eine deutsche Meile einfacher Bahn. Gleichwohl schwanken die gesammten Kosten einer Eisenbahn von 100 bis 800 tausend Thalern, von welchem ungeheuren Unterschiede nur etwa 80 bis 100 tausend Thaler darauf kommen, ob nur eine einfache, oder eine doppelte Bahn genommen wird. Die Hauptursachen des so sehr großen Unterschieds liegen in der Verschiedenheit der Kosten der Dammarbeiten, des Terrains, der Brücken und in andern lokalen Verhältnissen; und selbst nicht einmal in der Verschiedenheit der Dinge in verschiedenen Ländern. So folgt denn auch offenbar, daß es unmöglich ist, auch denjenigen Theil der Anlage=Kosten, welche zur Herstellung der zu einer gewissen Gleichförmigkeit der Transportkosten nöthigen Gleichförmigkeit der Bahnabhänge erfordert wird, und welcher, weil die Zinsen davon bei der Unternehmung berechnet werden müssen, eben sowohl in Betracht kommt, als bei den Transportkosten das Gefälle der Bahn, vorher, ohne nähere Ausmessung, auch nur mit irgend einiger Sicherheit, zu schätzen.

Aus dem Obigen folgt nun zunächst, daß auf Eisenbahnen die Ersparung an Transportkosten auf der Thalfahrt gegen diejenigen auf horizontaler Bahn, niemals etwa den bei der Bergfahrt nöthigen Zuschuß an Kosten zu denen auf der horizontalen Bahn, vollständig kompensiren können, sondern daß nur einzig und allein dann, wenn der Abhang der Bahn nicht bedeutend stärker ist, als derjenige, auf welchem die Wagen durch ihr eigenes Gewicht herabrollen; also nur dann, wenn der Abhang nicht mehr als höchstens 1 auf etwa

144, oder etwa 1 Zoll auf die Ruthe beträgt, überhaupt eine Ersparung bei der Thalfahrt Statt finde, die indessen weil die Zugthiere gleichwohl sich selbst mit den Lasten noch fortbewegen müssen, wenn es auch ohne daß sie ziehen geschieht, niemals die Transportkosten für solche fallende Strecken auf Null reduzirt, so daß die Ersparung niemals den Transportkosten auf horizontaler Bahn, auf die gleiche Länge, gleich kommen kann. In allen andern Fällen sind mehr Transportkraft und Transportkosten nöthig, als auf horizontaler Bahn.

Ferner zeigt sich, daß der Zuschuß an Kraft für die Bergfahrt sehr schnell und stark zunimmt, so wie die Gefälle nur einigermaßen das oben bezeichnete Maaß überschreiten, und zwar viel stärker als auf Chausseen. Auf einem Abhange von 1 auf 240 beträgt, wie die oben mitgetheilte Tabelle anzeigt, der Ueberschuß für die Bergfahrt schon etwa eben so viel, als die Transportkraft selbst auf horizontaler Bahn; denn es sind 230 Pfd. Zugkraft statt der 110 auf der horizontalen Bahn, also 120 Pfd. mehr nöthig; bei 1 auf 120 Abhang beträgt der Ueberschuß schon mehr als doppelt so viel; bei 1 auf 72 Abhang schon viermal so viel u. s. w. während es sich auf der Chaussee, wie in der Tabelle die daneben stehenden Zahlen zeigen, ganz anders verhält, nemlich die Zunahme des Ueberschusses viel geringer ist.

Es folgt also, daß auf Eisenbahnen, auch dann, wenn sie abwechselnd steigen oder fallen, auf die ganze Länge derselben, nemlich eben so wohl auf den fallenden, als auf den steigenden Straßen, mehr Transportkraft nöthig ist, als auf horizontaler Bahn, sobald die Gefälle der Bahn stärker sind, als etwa 1 Zoll auf die Ruthe; daß man also keineswegs etwa annehmen darf, die Ersparung an Zugkraft auf den fallenden Straßen kompensire den Zuschuß auf den steigenden, sondern daß man, sobald die Gefälle stärker sind, als 1 Zoll auf die Ruthe, wirklich wie schon oben angedeutet, eher so rechnen muß, als steige die Bahn fortwährend. Und um Gefälle, die für Chausseen noch praktikabel sind,

und sogar Ersparung an Zugkraft gewähren würden, auf die für Eisenbahnen passenden geringern Fälle zu reduziren, ist wiederum jedenfalls eine sehr bedeutende Erhöhung der Anlage-Kosten nöthig.

Es folgt also, daß um in dem einzigen Falle, wenn eine Eisenbahn, eben sowohl wie eine Chaussee, entweder ganz horizontal liegt, oder, abwechselnd steigend und fallend ohne länger seyn zu dürfen, wie die Chaussee, Gefälle bekommen kann, die weniger als etwa 1 Zoll auf die Ruthe betragen, die Transportkraft und die Transportkosten auf derselben ohne weiteres mit einiger Gewißheit aus denen auf der Chaussee gefunden werden können; daß hingegen in allen andern Fällen die Schätzung der Transportkosten auf der Eisenbahn aus denjenigen auf der Chaussee ohne nähere Messung und Berechnung im Allgemeinen ganz unmöglich ist, und daß, wenn man sie etwa nach demjenigen Verhältnisse, welches zwischen horizontalen Chausseen und horizontalen Eisenbahnen wirklich Statt findet, berechnen wollte, das Resultat sehr weit von der Wahrheit abweichen und daß es kommen kann, daß am Ende von dem erwarteten Ertrage und den Zinsen des Anlagekapitals nur die Hälfte und ein selbst noch viel geringerer Theil wirklich erzielt wird; wie solches schon oben angedeutet ist, hier aber nun näher sich gezeigt hat.

So verhält es sich mit der gleich Anfangs in diesem Kapitel erwähnten Vorausschätzung des zu erwartenden Ertrags einer Eisenbahn, aus den Kosten der Transportkraft auf einer vorhandenen Chaussee entnommen, wenn sie ohne Sonderung des zur Ueberwindung der Reibung nöthigen Theils der Transportkraft von demjenigen geschieht, welcher auf das Emporheben der Last kommt.

Aber was bis hierher aus einander gesetzt worden, reicht auch zugleich hin, um einzusehen, daß auch die andere, oben erwähnte Voraussetzung des Gewinnes an Transportkosten durch die Eisenbahn möglicherweise sehr weit von der Wahrheit entfernt bleiben kann. Es ist nemlich zwar

vollkommen richtig, daß an demjenigen Theile der Transportkraft, welcher zur Ueberwindung der Reibung der Radachsen in den Büchsen und der Radfelgen auf einer Chaussee nothwendig ist, durch die Eisenbahn ohngefähr 90 Prozent, nimmer, und in allen Fällen, die Bahn mag horizontal liegen, oder steigen, oder fallen, erspart wird; aber offenbar findet diese Ersparung nur dann statt, wenn beide Arten von Straßen gleich lang seyn können, welches nunmehr eine neue Berücksichtigung ist, oder wenn bei der Eisenbahn, von gleicher Länge, nicht etwa besondere Vorrichtungen nöthig sind, deren die Chaussee nicht bedarf; denn ist die Eisenbahn 2, 3, 4 mal so lang nöthig, so ist auf ihr offenbar auch die 2, 3, 4fache Transportkraft, folglich sind statt 10 Prozent, 20, 30, 40 Prozent von der Transportkraft auf der Chaussee nothwendig, und folglich werden nicht immer 90, sondern nur noch 80, 70, 60 Prozent erspart; zugleich aber erhöhen sich die Anlagekosten auf das 2, 3 und 4fache. Der Gewinn nimmt also sehr stark ab. Sind besondere Vorrichtungen nöthig, deren die Chaussee nicht bedarf, sonst ohne eine weitere Verlängerung der Straße, wie Tageſtrecken, Rampen, oder auch hohe Dämme und tiefe Einschnitte, so nimmt der Gewinn wieder dadurch ab, daß die Anlagekosten höher steigen; und da diese Erhöhung sehr bedeutend seyn kann, so kann die Verminderung des erwarteten Ertrags wiederum sehr groß seyn. Verlängerungen der Straße, oder besondere Vorrichtungen, sind aber wirklich nöthig, sobald das Terrain stärkere Abhänge hat, als etwa 1 Zoll auf die Ruthe, die anderseits die Chaussee, bis zu 6 und 8 Zoll auf die Ruthe, noch nicht ohne weiteres unpraktikabel machen: also findet eine Verminderung des ohne Rücksicht darauf berechneten Ertrags und Gewinnes nothwendig immer statt; und zwar kann dieselbe sehr bedeutend seyn.

Es folgt also, daß auch die zu Anfang dieses Kapitels erwähnte Vorausschätzung des Gewinnes durch eine Eisenbahn wiederum nur allein dann mit einiger Sicherheit statt findet, wenn das Terrain entweder ganz horizontal ist, oder

doch keine stärkeren Abhänge als etwa 1 Zoll auf die Ruthe hat. In allen andern Fällen kann das Resultat der Schätzung wiederum sehr bedeutend von der Wahrheit abweichen, und es kann wiederum kommen, daß von den erwarteten Anlage-Kapitalszinsen in der Wirklichkeit nur ein kleiner Theil erzielt wird.

Wir haben bis jetzt überall angenommen, daß der Transport der Lasten auf Eisenbahnen durch Pferdekraft geschehen solle. Wir haben also nun auch noch die Benutzung der Dampfkraft zur Fortbewegung von Lasten auf Eisenbahnen zu berücksichtigen. Ehe aber darüber gesprochen wird, dürfte es nöthig seyn, den Einfluß näher zu erwägen, den die Vergrößerung oder Verminderung der Geschwindigkeit der Fahrten auf die Transportkosten hat.

Man berücksichtigt diesen Einfluß, der sehr groß ist, im Allgemeinen wohl zu wenig, und es ist sogar die Meynung ziemlich verbreitet, oder es wird doch wenigstens stillschweigend vorausgesetzt, daß die Vermehrung der Geschwindigkeit der Fahrten entweder keinen, oder doch nur einen wenig merklichen Einfluß auf die Erhöhung der Transportkosten habe. Vielleicht wird man zu dieser Meynung durch die alltägliche Bemerkung veranlaßt, daß, wenn z. B. einmal Pferde vor einen Wagen gespannt sind, sie nur stärker angetrieben werden dürfen, um den Wagen geschwinder fortzuschaffen, ohne daß dadurch unmittelbar gerade mehrere Kosten entständen. Allein diese Meynung ist, sobald von Fuhrwerk in Masse, und auf die Dauer die Rede ist, welches dann nothwendig so hat angeordnet werden müssen, daß die vorhandene und bezahlte Kraft der Thiere, oder auch die des Dampfes, schon in demjenigen vollen Maaße in Anspruch genommen wird, welches der Erhaltung und vortheilhaftesten Benutzung der Zugkraft auf die Dauer angemessen ist, durchaus irrig. Das nemliche Gesetz, welches bekanntlich, im Allgemeinen, für alle Maschinen ohne Ausnahme gilt: daß sich die Kraft umgekehrt, wie die Geschwindigkeit verhält, oder, was dasselbe ist, daß, um die 2, 3, 4fache Geschwin-

digkeit der gleichen Masse mitzutheilen, die 2, 3, 4fache Kraft nothwendig ist, gilt vielmehr auch zuverläßig nicht blos für Maschinen, sondern auch selbst für organische und für die Wirkung aller nur möglichen Kräfte, welches auch ihre Art, und wie verwickelt auch ihre Benutzung seyn mag. Man kann auch für die Fortschaffung der Lasten auf Straßen als ganz allgemeines Gesetz annehmen, daß, um eine gleiche Last mit der 2, 3, 4fachen Geschwindigkeit fortzubewegen, sey es durch Pferde oder durch Dampf, am Ende auch gerade die 2, 3, 4fache Kraft und die 2, 3, 4fachen Kosten der Transportkraft unvermeidlich nothwendig sind. Wie weit nun das Resultat dieser Regel von demjenigen der Meynung, als sey zur Verstärkung der Geschwindigkeit der Fahrt nur wenig Zulage zu den Transportkosten erforderlich, zum Nachtheile und zur Täuschung bei den auf irgend eine dergleichen Meynung gestützte Vorausberechnungen, abweiche, fällt in die Augen.

Doch wir müssen die Richtigkeit der obigen allgemeinen Regel zu beweisen suchen. Durch einfache Schlüsse sich Rechenschaft davon zu geben und von ihrer Naturgemäßheit sich zu überzeugen, ist leicht. Man erwäge nemlich Folgendes: Gesetzt, eine gewisse Zugkraft, Pferde oder Dampf, vermöge 24 Ztr. Last, auf irgend einer, z. B. 4 Meilen langen Straße, in irgend einem Wagen, in 1 Stunde 1 Meile weit fortzuziehen. Am Anfange der ersten Meile sey eine große Menge zu transportirender Last angehäuft; am Anfange der zweiten Meile ebenfalls eine große Masse Last; am Anfange der dritten Meile gleichfalls; auch am Anfange der vierten Meile; so wie am Ende der vierten Meile. Nun sey ferner am Anfange jeder der vier Meilen eine der oben beschriebenen gleiche Transportkraft bereit, den Transport zu beginnen. Jetzt erfolge der Transport wirklich: so wird jede Transportkraft ihre 24 Ztr. 1 Meile weit fortrücken, und zwar alles zugleich, in einer und derselben Stunde. Die Wirkung hiervon wird aber offenbar seyn, daß sich, nach Ablauf der Stunde, am Anfange der ersten Meile 24 Ztr. Last weniger befinden, als vorher, und am Ende der vierten Meile 24 Ztr. Last mehr. Es wer-

den also effektive 24 Ztr. Last in der einen Stunde durch die ganzen 4 Meilen, vom Anfange der ersten bis zum Ende der letzten Meile, also 4 Meilen weit fortgerückt seyn: ob die nemlichen 24 Ztr., um die sich die am Anfange der ersten Meile aufgehäufte Last vermindert haben oder nicht, ist offenbar gleichgültig; denn wenn die Bewegung weiter fortdauert, so gelangt am Ende gleichwohl, und zwar nach derselben Regel, alle Last vom Anfange der ersten Meile nach dem Ende der letzten. Nun kosten aber die vier bereit stehenden Transportkräfte offenbar viermal so viel, als die einfache Transportkraft, welche im Stande ist, 24 Ztr. in 1 Stunde 1 Meile weit fortzuschaffen; also folgt: daß es nothwendig viermal so viel kosten wird, 24 Ztr. in 1 Stunde 4 Meilen weit fortzuschaffen, als 1 Meile weit. Aehnlich verhält es sich offenbar, wenn statt 4 Meilen eine andere Zahl von Meilen angenommen wird. Da nun aber ferner zugleich vorausgesetzt werden muß, daß jede der nach dem obigen Beispiel bereit stehenden 4 Transportkräfte schon alles Mögliche leiste, was von ihr, ihrer Natur nach, mit Rücksicht auf ihre vortheilhafte Benutzung und Erhaltung auf die Dauer, nur verlangt werden kann; so folgt, daß auch dann, wenn statt vier bereit stehender Transportkräfte nur eine vorhanden und es anders möglich wäre, daß durch dieselbe die nemlichen 24 Ztr. in der einen Stunde, statt mittelst der ersten, durch die ganzen 4 Meilen fortgeschafft würden: daß auch dann diese letzte Wirkung nothwendig eben so viel kosten werde, als die vier einzelnen vorhin bereit gestellten Transportkräfte: also viermal so viel, wenn die gleiche Last in einer Stunde 4 Meilen weit fortgeschafft wird, oder mit der vierfachen Geschwindigkeit, als wenn die Last nur 1 Meile weit, oder nur mit der einfachen Geschwindigkeit fortgebracht wird. Denn kostete jenes weniger, so wären nicht die einzelnen Transportkräfte so angeordnet gewesen, daß ihre Wirkung die möglichst vortheilhafteste sey; gegen die Voraussetzung. Es folgt also, nothwendig und unter allen Umständen, daß, um eine Last mit der 2, 3, 4fachen Geschwin-

digkeit fortzuschaffen, auch die 2, 3, 4fachen Transportkosten erforderlich seyen, als beim Transport der nemlichen Last mit der einfachen Geschwindigkeit.

Diese Schlüsse sind so sicher, wie es der Satz selbst ist. Aber man wird vielleicht verlangen, daß auch die Erfahrung über die Behauptung befragt werde. Die Benutzung der Dampfkraft zum Transport von Lasten ist noch zu neu, als daß hinreichende, vergleichende Beobachtungen, die zur Beurtheilung nöthig seyn würden, vorhanden wären. Aber über die Wirkung und die Kosten der Pferdekraft hat man einige Beobachtungen im Großen angestellt und wir wollen sehen, was dieselben ergeben. Man hat die Leistungen der Pferde für drei verschiedene Geschwindigkeiten beobachtet, nemlich: die der langsam sich bewegenden Frachtpferde, der Pferde vor Eil-Frachtwagen und der vor den französischen und englischen Diligencen im stärksten Trabe laufenden Pferde. Die erste Art von Frachtpferden können, wenn sie von fünf Tagen einen ruhen, mit 1000 Ruthen oder $^1/_2$ Meile Geschwindigkeit in der Stunde, täglich 9 Stunden ziehen, also ihre Last $4^1/_2$ Meile weit fortschaffen und ihre Zugkraft beträgt 1 Ztr. Die zweite Art von Pferden können, wenn sie von 4 Tagen einen ruhen, mit etwa 2400 Ruthen oder $1^1/_5$ Meile Geschwindigkeit in der Stunde täglich 3 Stunden ziehen, also 7200 Ruthen zurücklegen und ihre Zugkraft beträgt dann noch 70 Pfd. Die dritte Art von Pferden können, wenn sie von 3 Tagen einen ruhen, mit etwa 4250 Ruthen oder $2^1/_8$ Meile Geschwindigkeit in der Stunde, täglich $1^1/_2$ Stunde ziehen und folglich 6375 Ruthen zurücklegen. Ihre Zugkraft beträgt noch $42^2/_3$ Pfund. Diese Resultate sind Mittelzahlen vieler Beobachtungen an Pferden von verschiedener Kraft und Ausdauer und unter der Bedingung der vortheilhaftesten Erhaltung und Benutzung der Thiere auf die Dauer. Die Zugkräfte sind direkt mit dem Dynamometer und zwar mit dem Pendel-Kraftmesser, gemessen. Um nun vergleichende Resultate zu ziehen, müssen, auch noch die Kosten der Erhaltung der Pferde und ihrer Führer, oder des

Fuhrwerks überhaupt, ermittelt werden. Dieß kann, da es nur auf Vergleichungen, nicht auf absolute Zahlen ankommt, nach mittlern Preisen geschehen. Zwar sind die Erhaltungskosten der drei verschiedenen Arten von Pferden nicht sehr verschieden, weil die Fütterung derselben ziemlich dieselbe ist; aber doch immer um etwas, weil schnell laufende Pferde schon in der Regel selbst theurer sind, als gewöhnliche Frachtpferde, auch die Führung bei der schnellen Fahrt etwas mehr kostet. Man kann folgendes an jährlichen Kosten annehmen.

	Erste Art der Pferde.	Zweite Art der Pferde.	Dritte Art der Pferde.
Dienstzeit	6 Jahre.	5 Jahre.	4 Jahre.
Zur Wieder-Aufsammlung der Anschaffungskosten	21 Rthlr.	35 Rthlr.	60 Rthlr.
An Futter 6 Berliner Metzen Hafer täglich, thut 137 Berl. Scheffl. jährlich zu 1 Rthlr. .	137 "	137 "	137 "
50 Ztr. Heu jährlich, à 1 Rthlr.	50 "	50 "	50 "
6 Schock Bunde Stroh zu 6 Rthlr.	36 "	36 "	36 "
Für den Beschlag jährl.	36 "	36 "	36 "
Erhaltungs- und Erneuerungskosten des Geschirres und Stallgeräthes	8 "	10 "	12 "
Lohn des Kutschers . .	120 "	132 "	144 "
Erhaltungs- und Erneuerungskosten der Kleidung desselben. .	8 "	10 "	12 "
Erhaltungs- und Erneuerungskosten der Stallung	10 "	10 "	10 "
Zusammen	426 Rthlr.	456 Rthlr.	497 Rthlr.

Dieses giebt nun zusammengenommen mit den obigen Daten, in der Uebersicht Folgendes:

	Geschwindigkeit des Pferdes in der Stunde.	Täglicher Dienst.	Täglicher Weg.	Zugkraft.	Das Pferd ruhet 1 Tag von	Das Pferd kostet jährlich zu erhalten.	Der Zentner Zugkraft kostet auf 1 Meile.	
No.	Ruthen.	Stund	Ruthen.	Pfund.	Tagen	Rthlr.	gGr.	Pfgl.
1.	1000	9	9000	110	5	426	7	9
2.	2400	3	7200	70	4	456	17	8
3.	4250	$1^1/_2$	6350	$42^2/_3$	3	497	31	10

In der letzten Rubrik dieses Täfelchens sind sogleich die Resultate angegeben. Man findet sie wie folgt. Das Pferd Nro. 1. z. B. hat in 5 Tagen einen Ruhetag, also 73 Ruhetage jährlich, folglich 292 Arbeitstage jährlich. An jedem Arbeitstage legt es $4^1/_2$ Meile mit seiner Last zurück, folglich während eines Jahres 1314 Meilen. Das Pferd kostet jährlich 426 Rthlr., also kostet seine Zugkraft auf die Meile $^{426}/_{1314}$ Rthlr., oder $7^3/_4$ gute Groschen. Die Zugkraft beträgt hier gerade 1 Ztr.: also kostet der Ztr. Zugkraft, mit 1000 Ruthen Geschwindigkeit in der Stunde $7^3/_4$ Groschen, wie es in der letzten Rubrik angegeben ist. Auf ähnliche Weise sind die beiden andern, in der letzten Rubrik angegebenen Resultate gefunden.

Diese Resultate zeigen nun schon beim ersten Anblick, daß sich die Kosten gleicher Zugkräfte, nemlich eines Zentners Zugkraft für die verschiedenen Geschwindigkeiten in der That ungefähr wie dieselben verhalten; denn die Geschwindigkeiten von N. 2 und 3 sind $2^2{}_5$ und $4^1/_4$mal so groß, als von N. 1 und ungefähr eben so verhalten sich auch die Kosten.

Also bestätigt auch die Erfahrung allerdings, wenigstens für die Pferdekraft, den obigen allgemeinen Satz: daß die nemliche Last mit 2, 3, 4facher Geschwindigkeit zu transportiren, 2, 3, 4mal soviel kostet, als mit der einfachen Geschwindigkeit. Für die Dampfkraft wird sich, wenn erst

hinreichende Beobachtungen über ihre Wirkung und Erfolge werden gemacht seyn, wahrscheinlich ebenfalls nichts anderes als die Bestätigung dieses allgemeinen Satzes ergeben.

Zu erinnern ist kaum übrigens nöthig, daß nicht etwa unbedingt, auch mit verschiedenartigen Transportkräften, dieselbe Last 2, 3, 4mal so geschwind fortzubringen, 2, 3, 4mal soviel kosten müsse, als mit der einfachen Geschwindigkeit; daß also z. B. 24 Ztr. durch Dampfkraft 4 Meilen in der Stunde fortzuschaffen, nicht etwa nothwendig so viel kosten müssen, als durch Pferdekraft 1 Meile in der Stunde. Hier hängt das Verhältniß offenbar von den eigenthümlichen Kosten der beiden verschiedenen Kräfte ab, die, von einer Art zur andern, sehr ungleich seyn können. Der Satz heißt nur: Dieselbe Last mit derselben Art von Kraft, sey es Pferdekraft oder Dampfkraft u. s. w., mit der 2, 3, 4fachen Geschwindigkeit zu transportiren, kostet nothwendig 2, 3, 4mal so viel, als der Transport mit der einfachen Geschwindigkeit.

Aus diesem allgemeinen Satze ziehen wir nun folgende, bei der Vorausberechnung der Erfolge und des Ertrages einer Eisenbahn-Unternehmung nothwendig zu berücksichtigende Bemerkungen.

Man glaube nemlich ja nicht, daß, da eine Eisenbahn so glatt ist, und die Lasten darauf mit so großer Leichtigkeit fortgezogen werden können, die Zugkraft, wenn ihr schon die angemessene Ladung zugetheilt worden ist, diese Last auch leicht noch geschwinder werde fortzuschaffen vermögen, so daß dadurch vielleicht noch ein neuer, überschüssiger Gewinn zu erzielen sey. Hat einmal die Zugkraft, für eine bestimmte Geschwindigkeit, ihre volle, richtige Ladung erhalten; so kann die Geschwindigkeit keineswegs ohne neue Kosten vermehrt werden, und zwar steigen die Kosten um nichts Geringeres als im Verhältniß der Geschwindigkeit selbst. Soll die Geschwindigkeit vermehrt werden, so können von der Zugkraft, in umgekehrtem Verhältnisse, nur noch weniger Last fortgebracht werden. Es würde also eine große Täu-

schung seyn, wenn man etwa glauben wollte, ein Dampfwagen, der, einmal angefeuert, eine gewisse, gehörig abgemessene Last 2 Meil. weit in der Stunde fortzuziehen vermag, werde etwa, mit ein wenig mehr Feuerung, die nemliche Last auch wohl 4 Meilen in der Stunde fortzuziehen im Stande seyn. Dieses ist, wenn auch vielleicht in vereinzelten Fällen richtig, so doch auf die Dauer, und in Masse, gewiß nicht der Fall; und die Erfahrung wird es, wie schon gesagt, ohne Zweifel auch bei der Dampfkraft noch ausdrücklich bestätigen, daß, wenn man z. B. statt 2 Meilen 4 Meilen in der Stunde mit derselben Last fortkommen will, gerade die doppelten Kosten nöthig sind. Eben so bei Pferden.

Hieraus folgt dann weiter, daß es Verschwendung sey, wenn man sehr große Transport-Geschwindigkeiten, für welche sich Eisenbahnen, und besonders Dampfwagen in Verbindung mit denselben so vorzüglich eignen, auch für Gegenstände Statt finden läßt, wo sie entweder unnütz sind, oder wo doch ihr Nutzen nicht mit den Kosten im Verhältniß steht. Ein Passagier, der 4 Meilen in der Stunde fortgeschafft seyn will, muß, nach Billigkeit und Recht 4mal so viel dafür bezahlen, als wenn er sich mit 1 Meile in der Stunde begnügt, da Fälle eintreten können, daß er doch noch Vortheile dadurch erlangt. Auch bei manchen Waaren und andern Gegenständen der Fracht, kann dieß Statt finden, allein bei weitem bei den meisten schweren Lasten, wie Holz, Kohlen, Getreide, Steine, Eisen u. s. w., wird es schwerlich so seyn. Es folgt also, daß Unternehmer von Eisenbahnen gar sehr übel thun, und zu ihrem sehr großen Nachtheil und Verlust nehmen, wenn sie, ohne Unterscheidung, durch die große Geschwindigkeit des Transports, zu welcher Eisenbahnen sich eignen, ihren Gewinn an derselben suchen und zu erlangen glauben. Haben sie nicht die volle Gewißheit, daß die ungewöhnliche Transport-Geschwindigkeit auch wirklich für alle Waaren, die sie transportiren wollen, denjenigen großen Werth habe, der im Verhältniß der Geschwindigkeit selbst steht, und gern bezahlt wird; so mögen

sie ja den Vortheil nicht in der Transport-Eile suchen, sondern bei der geringern Geschwindigkeit stehen bleiben, und nur den Transport so wohlfeil zu liefern trachten, als es möglich ist. Es kann freilich seyn, daß wenn mit Dampfkraft gefahren wird, ungleiche Geschwindigkeiten nicht wohl Statt finden können, wegen des Begegnens und Ausweichens der Fuhrwerke und daß also, wenn sich ergeben hat, daß die große Geschwindigkeit für die Reisenden wirklich vortheilhaft ist, und gern bezahlt wird, die übrigen Lasten deßhalb nun ebenfalls mit gleicher Eile fortgetrieben werden müssen, wie es z. B. auf der Liverpool-Manchester-Eisenbahn der Fall ist; allein man muß nur nicht glauben, es werde dadurch, daß man sie ohne verhältnißmäßige Erhöhung der Transport-Preise mit fortfährt, wirklich derjenige Gewinn erzielt, der erlangt werden könnte, wenn man ihnen blos eine vortheilhafte und angemessene Geschwindigkeit gäbe.

Freilich läßt sich nicht unbedingt sagen, daß es überhaupt unmöglich sey, den Transport der Frachten ohne Kostenerhöhung zu beschleunigen. Denn, wenn z. B. der Verkehr auf einer Straße so regelmäßig, so bestimmt zugemessen, und so bedeutend ist, daß sich Relais legen lassen, auf welchen die Pferde, hin- und zurückgehend, mit ihrer vollen Kraft, und ohne unnöthige Ruhezeit, in Thätigkeit gesetzt werden können, während ihnen zugleich, indem sie einander abwechseln, die nothwendige Ruhe bleibt; so ist es allerdings möglich, schon mit der gewöhnlichen Geschwindigkeit der Frachtpferde, von 1000 Ruthen in der Stunde, die Frachten statt $4^1/_2$ Meilen weit, wie es mit einerlei Pferden geschieht, durch Tag und Nacht, 12 Meilen weit, ohne Kostenerhöhung, fortzubringen. Sollen aber dieselben Pferde eine Last statt $4^1/_2$, auch nur 6 Meilen weit täglich fortziehen, so muß die Last im Verhältniß nothwendig geringer seyn und die Kosten werden nothwendig steigen. Bei der Anwendung der Dampfkraft finden Relais nicht wohl Statt, und folglich ist hier der Gewinn größerer Geschwindigkeit ohne Erhöhung der Kosten um so weniger nöthig.

Man glaube auch nicht etwa, daß die große Geschwindigkeit den Dampfwagen gleichsam natürlich sey und daß durch eine geringere Geschwindigkeit dieser Fortschaffungs-Maschinen keine Ersparung zu erzielen sey. Wenn nur die Dampfmaschine darnach eingerichtet wird, so ist es fast gewiß, daß z. B. die Fortschaffung der nemlichen Last durch einen Dampfwagen, der nur 1 Meile in der Stunde zurücklegt, auch nur den vierten Theil so viel kosten wird, als durch einen Dampfwagen, der sich 4 Meilen in der Stunde fortbewegt.

Die Frage, ob es auf einer Eisenbahn, die man zu bauen beabsichtigt, vortheilhafter seyn werde, Pferde zur Zugkraft zu nehmen, oder Dampf, läßt sich durch bloße Vergleichung der Preise der Kohlen gegen die in der Gegend anderer Bahnen, wo man sich der Dampfkraft bedient, eben so wenig entscheiden, als sich z. B. aus der bloßen Vergleichung der Frequenz der zu erwartende Ertrag der Eisenbahn im Voraus schätzen läßt.

Die Abhänge der Straße haben zunächst auf das Erforderniß an Transportkraft bei Dampfwagen noch mehr Einfluß, als bei Pferden; schon weil das mit auf die Abhänge hinaufzuhebende Gewicht der Dampfwagen selbst, im Verhältniß zur fortbewegten Last bedeutender ist, als bei Pferden. Ein Pferd, welches etwa 5 Ztr. wiegt, zieht auf der Eisenbahn wenigstens 200 Ztr. fort, und wiegt also nur den 40sten Theil seiner Fracht. Ein Dampfwagen von 30 Pferden Kraft, der etwa 1500 Ztr. fortzieht, wiegt wenigstens 220 Ztr., also etwa den 7ten Theil seiner Fracht. Auch ist der Vorspann auf starken Abhängen, aus einem mit diesem Umstande zusammenhängenden Grunde, bei der Dampfkraft, für dieselben Kosten weniger wirksam, als bei Pferden; desgleichen sind überhaupt etwas stärkere Abhänge, zur Ersparung an Länge der Eisenbahn, bei Pferden eher möglich, als bei Dampf, so daß auch die Rampen mit feststehenden Dampfmaschinen bei Pferden etwas mehr vermieden werden können, als beim Dampf. Ferner können die Bahnschie-

nen, wenn mit Pferden gefahren werden soll, schwächer seyn, als bei Dampfwagen, weil der Dampfwagen, der nothwendig sehr schwer seyn muß, damit seine Räder auf den Schienen nicht gleiten, wegfällt; und was noch bedeutender ist: auch die Fundamentirung der Schienen ist weniger stark nöthig, besonders für gewöhnliche, mäßige Geschwindigkeiten; denn wenn auch unter einem Wagen von mäßiger Geschwindigkeit hie und da ein Schienentragstein sich niederdrückt, was leicht zu verbessern ist, so entsteht daraus noch keine Gefahr für die Passage, wie bei großen Geschwindigkeiten; welches alles, den Vortheil vermindernd, den die Dampfkraft in diesem oder jenem Falle versprechen mag, in Rechnung kommt.

Sodann kommt es darauf an, welche Geschwindigkeit des Transports nach den besondern örtlichen Verhältnissen am vortheilhaftesten befunden werden muß. Besteht der Verkehr auf der Straße vorzüglich in dem von dem von Reisenden, so kann es seyn, daß die Dampfkraft entschieden den Vorzug hat, selbst wenn die Kohlen theurer sind und die Zugkraft an sich selbst mehr kostet, als die gleiche Kraft der Pferde; und zwar insbesondere deshalb, weil die Geschwindigkeit, die sich mit Pferden erreichen läßt, enger begrenzt ist, nemlich, wie bekannt, nicht gut bis über 2 Meilen auf die Stunde getrieben werden kann, während wie die Erfahrung lehrt, Geschwindigkeiten von 4 Meilen und noch mehr, in der Stunde, durch Dampfkraft wirklich hervorzubringen sind. Jedoch frägt es sich dann wieder, ob die Frachten etwa so unbedeutend sind, daß sie sich ohne Schaden mit der Geschwindigkeit des Personen-Fuhrwerks, deren sie eigentlich nicht bedürfen, fortschaffen lassen; oder ob aus der Verschiedenheit der Geschwindigkeiten beim Begegnen und dem einander Uebereilen der Wagen nicht etwa Hindernisse und Gefahren für die Passage erwachsen; oder ob auf den Transport der Frachten ganz verzichtet werden könne; oder ob wirklich ohne alle Gefahr für die Passage verschiedene Geschwindigkeiten auf der Bahn ohne Nachtheil Statt finden können: nemlich ob der Verkehr so stark sey, daß die Zinsen der

Kosten einer doppelten Bahn herauskommen, die übrigens nicht gerade doppelt so groß sind, als die einer einfachen Bahn, schon weil die Ausweichstellen bei einer einfachen Bahn sehr beträchtliche Kosten machen können, welche bei der doppelten Bahn zum großen Theil wegfallen. Ist der Verkehr mit Frachten auf einer Eisenbahn gegen den mit Passagieren überwiegend, so frägt es sich wieder, ob für die größere Masse der Frachten die gewöhnliche Geschwindigkeit hinreichend, oder ob eine Verstärkung derselben nothwendig sey, und ob vielleicht eine mittlere Geschwindigkeit, wenn keine Verschiedenheit füglich praktikabel ist, für Waaren und für Reisende zugleich die vortheilhafteste ist.

Wird aber eine große Geschwindigkeit auf einer Eisenbahn, auf welcher etwa der Verkehr vorzüglich in dem von Passagieren besteht, vortheilhaft befunden, so darf man ja nicht vergessen, daß durch die große Geschwindigkeit, der Erfahrung nach, wiederum sowohl die Eisenbahnen, als die Dampfwagen, sehr leiden, die dann beide mehr Erhaltungskosten erfordern. Die Gerüchte von den Verwüstungen, welche die große Geschwindigkeit, besonders der schweren Lasten, auf der Liverpooler Bahn anrichtet, sind bekannt, und die Thatsache ist nicht zu läugnen, obgleich die Nachrichten davon theils übertrieben werden, theils die Größe des Schadens in einem besondern Umstande seinen Grund hat, so daß noch keineswegs folgt, daß der Schaden auf andern Eisenbahnen eben so groß seyn werde. Die Liverpooler Bahn ist nemlich ursprünglich zum Theil gar nicht für Dampfkraft gebaut worden, sondern für Pferde, also weniger stark als nöthig gewesen wäre. Man hat die Schienen nicht allein durch zu kleine Steine, sondern sogar blos durch schwache Querhölzer und zum Theil durch bloße Klötze unterstützt; und daher kommt es, daß sehr bedeutende Beschädigungen nicht aufhörten und nicht eher aufhören können und werden, bis nach und nach die Bahn durch die Ausbesserungen selbst hinreichende Stärke erhalten haben wird. Solche Beschädigungen werden also nicht Statt finden, wenn man einer neuen Eisenbahn,

gleich vom Anfang an, die erforderliche Stärke giebt. Die Zerbrechlichkeit der Dampfwagen, und die vielen und kostbaren Reparaturen an denselben, die den Gegnern der Dampffuhrwerke Anlaß geben, gegen die Benutzung der Dampfkraft zum Transport überhaupt zu protestiren, ist allerdings ebenfalls Thatsache; aber theils sind die Nachrichten davon wiederum übertrieben, theils hat die Beschädigung der Dampfwagen ebenfalls mit ihren Grund in der Schwäche der Bahn und wird sich vermindern, wenn dieselbe erst verstärkt seyn wird. Wäre indessen wirklich die Dauer der Dampfwagen jetzt verhältnißmäßig noch gering, so liegt darin noch kein Grund, etwa einem Transportmittel ganz zu entsagen, welches in Rücksicht auf die Geschwindigkeit, Wirkungen hervorbringt, die bisher auf keinem andern Wege zu erlangen waren und welches eigentlich unschätzbar ist; vielmehr im Gegentheil ein Antrieb, ferner um Vervollkommnung dieser Maschine sich zu bemühen, welchem Antriebe man auch glücklicherweise, besonders in England, wirklich folgt.

Hat sich nun gefunden, daß auf einer zu erbauenden Eisenbahn, die gewöhnliche Geschwindigkeit oder doch wenig mehr nach den örtlichen Umständen die vortheilhafteste seyn werde, weil nemlich der einzelne Verkehr etwa in schweren Frachten besteht, von einer Art, daß die Eil des Transports ohne wesentlichen Nutzen ist, wie z. B. wenn vorzüglich Kohlen, Holz, Metalle, Getreide und dgl. zu transportiren sind; so scheint es zwar beim ersten Anblick, daß hier Pferdekraft entschieden besser seyn werde, als Dampfkraft; indessen folgt solches noch nicht mit Gewißheit, ohne wirklichen Ueberschlag der Kosten; und blos allgemeiner Schätzungen, von vorhandenen andern Fällen ausgehend, können wieder auf Irrthümer führen. Fände sich z. B., daß die Pferdekraft um etwas wohlfeiler sey, als es die Dampfkraft für große Geschwindigkeiten seyn würde, so folgt daraus noch keineswegs, daß die Dampfkraft auch für geringere Geschwindigkeiten theurer seyn werde, sondern es läßt sich eher nach dem allgemeinen Satze, daß sich die Transportkosten umgekehrt

wie die Geschwindigkeiten verhalten, vermuthen, die Dampfkraft werde wohlfeiler seyn. Wir kommen auf die Leistungen verschiedener Dampfwagen auf verschiedenen Bahnen zurück.

Ueberall läßt sich auch hier, bei der Frage, ob man Pferde oder Dampfkraft benutzen solle, nur nach wirklicher und zwar näherer Berechnung urtheilen, niemals nach blos allgemeiner Schätzung und nach allgemeiner Vergleichung mit den Erfolgen in andern, vorhandenen Fällen. Und auch diese Berechnung ist wieder nicht eher mit Sicherheit möglich, als bis die Straßenlinien ausgemittelt und ihre Länge, nebst ihren verschiedenen Abhängen, wirklich ausgemessen ist.

Drittes Kapitel.

Von der Beschaffenheit, Anfertigung, Prüfung und Unterstützung der Schienen.

Rinnen-Schienen (plate rails).

Die gußeisernen Schienen hatten ursprünglich die Gestalt einer Rinne oder eines halben Falzes, in welchem die Räder liefen, die Engländer nannten solche Straßen Trame-road; wir nennen sie auch deutsche Schienenwege, B. Fig. 1 u. 3. Sie sind sehr häufig in England angewendet worden, besonders in den südlichen und mittleren Grafschaften. In Süd-Wales, wo sehr viele Schienenwege liegen, sieht man sie noch jetzt sehr häufig, denn obwohl man sich hinlänglich von den Vortheilen der englischen oder Stabschienenwege überzeugt hat, so hält es doch schwer, neue Anlagen dieser Art auf diese Weise vorzurichten, weil man dadurch den Vortheil verliert, sie mit den schon vorhandenen in Verbindung zu setzen. Diese Schienen bestehen nur aus Gußeisen und nie sind sie aus Stabeisen angefertigt worden.

Die Schienen wurden auf Querhölzern vermittelst Nägeln mit versenkten Köpfen befestigt oder vermittelst Vorsprüngen an den Enden. Auch legte man sie auf Steine C. Fig. 1 und befestigte sie auf denselben mittelst starker Nägel, die in hölzerne Pflöcke getrieben wurden, welche Löcher in den Steinen ausfüllten. Die Nägelköpfe sind in den Schienen versenkt.

Diese gußeisernen Schienen waren gewöhnlich 34 bis 36 Zoll lang und hatten in der Regel einen horizontalen platten Theil, B. Fig. 2, von 3 bis 4 Zoll Breite und ohngefähr 1 Zoll Stärke, mit einem senkrechten, nach oben vorstehenden Rande A von $1^1/_2$ bis 2 Zoll Höhe, der in der Mitte der Länge der Schienen vielleicht noch einmal so hoch war, als an den Enden, auch zuweilen, jedoch selten, noch unten einen senkrecht, vorspringenden Rücken C. 2 bis 3 Zoll in der Mitte hoch und sich nach den Enden der Schienen zu verlaufend, hatte.

Auf dem horizontalen Theil liefen, wie man aus Fig. 1 ersieht, die Räder; der obere Rand hielt sie ab, die Räder zu verlassen. Er befand sich auf der innern Seite der Schienen, um die etwa von den Füßen der Pferde in Bewegung gesetzten Steinchen von den Schienen abzuhalten; der untere Rand diente blos zur Verstärkung der Schienen.

Die Schienen wurden gewöhnlich mit ihren Enden stumpf zusammengestoßen. An jedem Ende einer Schiene war ein rechtwinklicher Einschnitt, welcher gegen den der folgenden Schiene passend, ein viereckiges Loch bildete, durch welches man einen Nagel trieb, der nur auf diese Weise je zwei Schienen zugleich auf dem Tragsteine festhielt. Der Kopf des Nagels wurde in den horizontalen Theil der Schiene versenkt.

Die Fig. 3 bis 5 zeigen eine andere Art und Weise die Rinnen-Schienen auf den Tragsteinen ohne Nägel zu befestigen und mit einander zu verbinden, welche sich durch die Leichtigkeit mit der die Schienen hingelegt und weggenommen werden können, auszeichnet, welches bei der vorhin

angegebenen Art, einige Schwierigkeiten hat. Fig. 4 ist ein Längendurchschnitt zweier auf ihre Tragsteine (Stone blocks oder Sleepers) C. D. E. liegenden Schienen; und Fig. 3 ein Grundriß derselben. Zwei Schienen stoßen durch einen Ausschnitt in der einen und durch einen darein passenden Vorsprung in der andern zusammen und an jeden ist ein schiefer Zapfen gegossen, der in den Tragstein eingelassen wird. Um aber die Schienen leicht aufnehmen zu können, ist alle 90 Fuß ein senkrechter Zapfen vorhanden, wie bei C. Fig. 4. Fig. 5 zeigt das Ende einer Schiene mit einem Zapfen, der in den Einschnitt der nächsten Schiene paßt, so wie mit einem schief stehenden Zapfen D. Derselbe ist oben an der Schiene $1^3/_4$ und an seinem Ende 1 Zoll stark, so wie $2^1/_2$ Zoll lang. — H ist der senkrechte Rand, I der horizontale Theil der Schiene, auf welcher die Räder laufen, K ein Vorsprung, der den Zweck hat, daß die Schienen fester auf den Tragsteinen liegen. Die Schwere einer solchen Schiene beträgt 42 Pfund.

Die Breite einer solchen Bahn betrug $2^1/_4$ bis $4^3/_4$ Fuß. Der Weg zwischen den beiden Schienenreihen wurde chaussirt, wie Fig. 1. zeigt, oder gepflastert.

Nach den Versuchen von Wood beträgt die Reibung auf gut gelegten Rinnenschienen den 196sten Theil der Last. Der Durchmesser der Axe der Wagen ist der 14te Theil des Durchmessers der Räder.

In neuerer Zeit sind die Rinnenschienen völlig aus dem Gebrauch gekommen, weil sich in den Falz derselben Staub, Moder und Nässe festsetzt, was die Reibung vermehrt und die Zerstörung der Schienen beschleunigt; weßhalb es auch nicht nöthig ist; hier länger dabei zu verweilen. Gleichwohl haben diese Schienen den wesentlichen Vorzug, daß die Bahnwagen auf jedem andern Wege fahren können.

Stabschienen (edge rails).

Wegen der mehrfachen Uebelstände der Rinnenschienen, ist man seit lange darauf gefallen, den Schienen eine rücken-

förmige, über den Boden vorspringende Gestalt zu geben, so daß darauf nichts liegen bleiben kann. Die Wagenräder bekommen dann vorstehende Ränder. Der erste Versuch mit solchen Schienen, welche die Engländer edge rails und die Deutschen englische Schienen nennen, ist auf einer Heerstraße vor länger als 40 Jahren gemacht worden. Es ist aber dieser Verbesserung wie so vielen andern ergangen, es hat die einfachste Idee nicht zuerst den Platz behauptet. Da man eine platte Bahn mit möglichst geringer Reibung haben wollte, so wäre es in der That weit natürlicher gewesen, die Schienen über die Straße zu legen, als mit ihr gleich hoch, und eine Rinne daraus zu machen, in welcher sich Moder und Staub festsetzen können. Gleichwohl sind in England die ersten 50 deutschen Meilen Eisenbahnen mit Rinnenschienen gebauet worden, da sie den großen Vortheil gewährten, mit gewöhnlichen Wagen befahren werden zu können.

Die ersten Stabschienen (edge rails) sind von Gußeisen und ohngefähr $3^2/_3$ Fuß lang gemacht worden. Anfangs war der Querschnitt der Schienen beinah ein Rechteck wie Fig. 6 und auf diese Weise findet man sie noch bei manchen Bergwerken und bei temporairen Bahnen eingerichtet. Darauf gab man den Schienen oben mehr Breite als unten, damit sie den Rädern mehr Fläche zur Berührung darbieten möchten. Die Breite nahm nach unten hin ab und unten wurde noch eine Verstärkung angebracht (Fig. 7). Endlich gab man dem Querschnitte der Schienen die Gestalt eines T und dieß ist im Allgemeinen diejenige, welche sie beibehalten haben. Sie haben sämmtlich einen horizontalen Theil, auf welchem das Rad läuft und einen vertikalen darunter, welcher jenen verstärkt.

Der Länge nach machte man die Schienen nach unten krumm (Fig. 8) um Masse zu sparen und ihnen gleiche Widerstandskraft für jede Art der Belastung zu geben, nemlich man machte sie in der Mitte höher als an den Enden. Man meinte, die Kurve müsse diejenige des gleichen Widerstan-

des, also eine Ellipse seyn. Da aber die Schienen nicht frei auf ihren Unterstützungspunkten ruhen, sondern da sie auch mit einander verbunden und stets stark in den Schienenstühlen eingeklemmt werden, so ist der Fall etwas anders.

Befestigung der Endpunkte der Schienen. Schienenstühle.

Die Art der Befestigung der Endpunkte der Schienen, ist etwas sehr Wesentliches. Anfänglich gab man den Schienen an den Enden eine Art von Lappen, welche sich auf die Tragsteine legten, auf denen man sie vermittelst Nägeln befestigte. So stießen die Schienen an den Enden stumpf zusammen. Die Last drückte auf die vier Endpunkte der Lappen; lag nun etwa die Oberfläche dreier aufeinander folgender Steine nicht genau in einer und derselben Ebene, so trugen die vier Endpunkte nicht gleichförmig, und da die starken Schienen sich nicht genugsam biegen konnten, so mußten sie häufig brechen.

Darauf kam man auf den Gedanken, noch einen dritten Körper zwischen die Schiene und den Tragstein zu legen, der einen Theil des Stoßes auffange. Man legte also die Enden der Schienen auf Schienenstühle (Chairs, Chaises, Cousinets) von Gußeisen und erst diese auf die Tragsteine. Die Befestigung von jenen auf die letztern geschah mittelst zweier Pflöcke. Das auf dem Schienenstuhl ruhende Ende der Schiene wurde vermittelst eines horizontal durch die Schiene und die beiden Wangen des Schienenstuhls gehenden, Nagels gehalten.

Man bemerkte aber nun, daß sich die Steine, die von der Last des Fuhrwerks mehr oder weniger in die Erde eingedrückt wurden, beim Uebergange der Wagen nach vorn und nach hinten neigten, so daß das Ende der einen Schiene sich hob, während das anstoßende Ende der nächsten Schiene sich senkte, woraus ein Vorsprung auf der Bahn entstand, der einen, den Schienen sowohl, als den Wagenrädern und der bewegenden Kraft nachtheiligen Stoß verursachte.

Um dieſen Uebelſtand zu verringern, fügte man die Schienen mit halbem Blatte zuſammen, indem man ſie zuſchrägte und etwa $2^1/_4$ Zoll lang neben einander treten ließ (Fig. 9 u. 30 a u. b). Durch den Schienenſtuhl wurde ein einzelner horizontaler Nagel getrieben, und zwar durch die Blätter der beiden Schienen. Ferner ſchrägte man den horizontalen Theil des Schienenſtuhles ab, auf welchem die Schienen ruhen und machte ihn konver (Fig. 12), ſo daß der Schienenſtuhl die Schienen nur an einem einzigen Punkte ſenkrecht unter der Mitte der Blätter der Schienen trug. Auf dieſe Weiſe ruhete jede Schiene nur auf dem höchſten Punkte des Stuhllagerrückens, und der Stein konnte ſich nach vorn und nach hinten neigen, ohne daß der Unterſtützungspunkt merklich wankte; wenigſtens ſenkten ſich beide Schienen zugleich. Man hat auch die Anordnung noch verändert, aber ſtets die Regel beibehalten, die Enden zuſammenſtoßender Schienen nur auf einem einzigen Punkte ruhen zu laſſen.

Man hat auch die Schienen mit den Schienenſtühlen auf andere Weiſe, als vermittelſt durchgehender Nägel zu verbinden geſucht, weil die Nägel ſich leicht biegen, alſo die Schienen nicht feſt genug halten, auch bei Ausbeſſerungen ſchwer herauszuziehen ſind und dieß iſt jetzt überall der Fall. Man hat in der einen Wange des Schienenſtuhls eine runde oder eckige Vertiefung angebracht, in welche von der Seite ein vorſpringender Theil der Schiene tritt, die auf ſolche Weiſe an den Stuhl feſtgehalten wird, der, da er ſelbſt auf dem Tragſteine befeſtigt iſt, die Bewegung der Schienen von unten nach oben hindert. Um die Schienen gegen den Stuhl zu ſtemmen, von welchem ſie nur die eine Wange berühren, treibt man zwiſchen die Schienen und die andere Wange des Stuhls einen hölzernen oder eiſernen Keil, und zwar horizontal, oder parallel mit der Länge der Schiene und in einen kleinen für den Keil beſtimmten Ausſchnitt der Wange. Die Fig. 14, 15, 16, 17, 18, 19, 9, 10, 11, 20 und 41 zeigen mehrere verſchiedene Arten der Befeſtigung der Schie-

nen und der Schienenstühle nach diesem System. Es lassen sich vielerlei Anordnungen der Stühle und der Verbindungen der Schienen denken, Wir werden hier die vorzüglichsten, dabei zu beobachtenden Bedingungen untersuchen, nachdem wir zuvor von der Anfertigung und Anwendung gegossener und gewalzter eiserner Schienen und von den Gestalten derselben geredet haben. Die Räume a a Fig. 20 nehmen die Keile auf. Diese Form von Stuhl und Schiene lassen eine kleine Veränderung in der Lage der Scheitelfläche vermittelst der Verkeilung zu.

Gußeiserne Schienen.

Vor dem Jahre 1810 kannte man nur gußeiserne Schienen, jedoch werden sie jezt nach und nach durch die gewalzten gänzlich vertrieben werden. Unter gewissen Umständen, da wo Gießereien in der Nähe, Walzwerke mit Vorrichtungen zur Anfertigung der Schienen aber entfernt sind, oder wenn man bei Hüttenwerken selbst Schienenwege anlegen will, und dann das Roheisen, welches zu Schienen vergossen wird, nicht zu berechnen braucht, ferner bei temporairen Eisenbahnen, bei großen Bauen ꝛc., haben freilich die gußeisernen Schienen den Vorzug vor den gewalzten.

Die Anfertigung der gußeisernen Schienen hat keine Schwierigkeiten und kann in jeder Gießerei durch Ladenguß ausgeführt werden. Man muß dazu gutes graues und kein weißes oder halbirtes brüchiges Roheisen nehmen. Die Formen sind sehr verschieden. In Bergwerken und auch zur Tageförderung bei Berg- und Hüttenwerken, haben sie gewöhnlich einen rechteckigen Durchschnitt Fig. 6 c. treten wie die Rinnenschienen Fig. 3 zusammen und sind mit Laschen versehen, mittelst denen sie an die hölzernen Läger aufgenagelt sind. Eine andere Form ist die in Fig. 30 a und b abgebildete; sie ist bei mehreren bedeutenden Eisenbahnen in England angewendet, z. B. bei der Darlington-Bahn. Je höher die Verstärkungsrippe gemacht wird, oder je stärker die Kurve derselben ist, um so größer wird auch deren Tragkraft

seyn, um so bedeutender aber auch das Gewicht der Schiene. Die Breite der Schienen und der aufrechtstehenden Rippe derselben, worauf es hier namentlich ankommt, kann nämlich bei der Ausführung von Gußeisen nicht füglich geringer als ½ Zoll genommen werden, weil das Eisen bei schwächern Dimensionen durch die zu schnelle Abkühlung an den Wänden der Form weiß und spröde wird. Es ist hierdurch eine Grenze gegeben, welche namentlich bei Schienen deren Gewicht überhaupt nur gering seyn soll, die weitere Vermehrung der Tragkraft durch größere Höhe der Schienen bedingt. Um diesem Uebelstande zu begegnen, schlägt Herr Geheimer Ober-Bergrath v. Dechen in Berlin (Karstens Archiv f. Mineralogie ꝛc. VI, 380 ꝛc.) vor, die aufrechtstehende Rippe nicht voll, sondern durchbrochen zu gießen, so daß dieselbe aus einer untern, nach der Ellipse geformten Leiste und aus senkrechten Trägern besteht, die in gleichen und angemessenen Entfernungen die obere Leiste oder eigentliche Schiene unterstützen. Die Eisenstärke in der untern bogenförmigen Leiste und in den senkrechten Trägern, kann hierbei bis auf ½ Zoll vermindert werden, und dennoch ist die ganze Fläche des Querschnittes, bei einer beträchtlichen Höhe nicht größer als bei den vollgegossenen Schienen, welche eine viel geringere Höhe haben. Herr v. Dechen ließ solche Schienen gießen und unterwarf ihre Tragkraft einer strengen Prüfung, die sie sehr gut bestanden, indem sie bei gleichem Gewicht und gleicher Länge viel größere Lasten tragen können, ehe sie brechen, als die voll gegossenen Schienen.

Sie haben außerdem in der Anwendung noch folgende Vorzüge vor den voll gegossenen Schienen voraus.

1) Sie können ohne eine beträchtliche Vermehrung des Gewichts, auf eine Längeneinheit bezogen, beträchtlich länger gemacht werden, als die voll gegossenen Schienen, deren Gewicht bei größerer Länge (als $3^2/_3$ Fuß) sehr rasch zunimmt. Hierdurch wird eine wesentliche Ersparung, sowohl an den gußeisernen Lagern, als auch an den Materialien herbeige-

führt, worauf diese Lager befestigt werden und welche namentlich bei Fundamentalsteinen sehr kostbar ausfallen.

2) Dieselben brauchen nicht so hoch über die Bahn worauf die Pferde gehen, gehoben zu werden, als die vollen Schienen, weil das Wasser von der Bahn einen ungehinderten Abfluß zwischen den senkrechten Trägern und unter der obern Leiste der Schienen findet und dieser Umstand führt zu einer neuen Ersparung an dem Gewicht der gußeisernen Lager, durch welche diese Erhöhung hervorgebracht werden muß, und vermindert auch den Nachtheil, der aus einer Verengung der Bahn durch die Fundamentsteine herbeigeführt wird. Hiernach würde diese Schienen-Konstruktion sehr zu empfehlen und gleich im Großen ausführbar seyn, wenn nicht der Umstand, daß der mittlere Theil der untern Leiste dabei nothwendig in dem Boden zu liegen kommt, besonders im Winter, wo dieser letztere friert, das Bedenken erregte, daß dadurch der Haltbarkeit dieser Schienen ein wesentlicher Nachtheil zugeführt werden könnte. Dennoch würden Versuche mit diesen Schienen sehr wünschenswerth seyn. Sie haben, bei einer Länge von 6 Fuß im Gießen keine Schwierigkeiten verursacht und wogen 37 Pfd., in der Mitte 6 Zoll hoch, die Oeffnung im Lichten $5^1/_4$ Zoll weit, wogegen 3 Fuß lange und 3 Zoll hohe Schienen, von der Form Fig. 30, 18, 3 Pfund wiegen.

Gewalzte eiserne Schienen.

Wegen des harten Ganges der Fuhrwerke auf den gußeisernen Schienen und wegen des häufigen Zerbrechens derselben, fiel man darauf, die Schienen von Stabeisen auszuwalzen. Die ersten Versuche damit mißlangen; aber schon 1810 kam diejenige Gestalt der Schienen auf, welche im Allgemeinen noch jetzt gebräuchlich ist.

Die gußeisernen Schienen haben gegen gewalzte im Allgemeinen folgende Nachtheile:

1) brechen jene leichter als diese;

2) darf man sie nicht länger machen, als von einem

Stützpunkte bis zum nächsten d. h. höchstens 4 bis 6 Fuß, weil das Gußeisen zu wenig biegsam ist; als daß sich eine daraus gefertigte Schiene auch zwischen den Endpunkten unterstützen ließe. Die Stöße welche so bei den Zusammensetzen zweier Schienen entstehen, sind also bei den kurzen Schienen häufiger. Die gewalzten Schienen dagegen können 15 Fuß lang seyn und es finden daher auf solch einem Schienenwege weit weniger Verbindungen einzelner Schienen statt; ein sehr wesentlicher Vorzug, wodurch die Bewegung der Lastwagen, mehr wie man auf den ersten Blick glauben sollte, erleichtert und gleichförmig gemacht wird.

3) Das Gußeisen ist zwar auf der Oberfläche sehr hart, jedoch nur in geringer Dicke seiner Rinde; ist dieselbe abgenutzt, so widersteht das Innere sehr ungleich und wird bald rauh.

4) Gewalzte Schienen lassen sich leicht ein wenig biegen und es können daher mit denselben die Biegungen des Schienenwegs, wo dieselben erforderlich sind, weit regelmäßiger hergestellt werden, als dieß mit gußeisernen Schienen möglich ist.

5) Die gewalzten Schienen können weit sicherer befestigt werden, wie dies bei gußeisernen geschehen kann; auch dürfte die Reibung auf denselben geringer seyn, wie auf letztern.

6) Endlich sind die gewalzten Schienen wohlfeiler als die gußeisernen, da der laufende Fuß von letztern bei gleicher Tragkraft, im Durchschnitt doppelt so schwer seyn muß, als von erstern. Besonders ist dies im höhern Grade für England der Fall, wo die gewalzten Schienen immer noch 40 bis 45 % wohlfeiler sind, als in Deutschland.

Anfertigung der stabeisernen Schienen.

Die stabeisernen Schienen werden mittelst eines eigends dazu eingerichteten Walzwerks, dessen Walzen in der Fig. 50 und 51 abgebildet sind, in einer Hitze ausgewalzt, nachdem die dazu erforderlichen Stäbe vorher durch gewöhnliche Stabeisenwalzen dargestellt worden sind. Ueber die beste

Qualität des Eisens zu den Schienen, werden wir weiter unten noch Einiges bemerken. Die Schienen, für welche die in der Zeichnung dargestellten Walzen [1]) eingerichtet, sind die zuerst auf der Liverpool-Manchester Eisenbahn angewendeten, von der Form Fig. 17, von denen das Yard (3 engl. Fuß) 35 englische Pfunde wiegt.

Die zu walzende Schiene ist oben $1^5/_8$ Zoll + $^3/_4$ Zoll oder $2^3/_8$ Zoll breit und ihre Höhe beträgt $3^1/_2$ Zoll am höchsten, $2^1/_2$ Zoll am niedrigsten Punkte; ihre ganze Länge ist 15 Fuß, aus 5 gleichen, 3 Fuß langen Theilen bestehend. Um diese Schienen zu walzen, wird daher ein 15 Fuß langer Eisenstab genommen, dessen Breite $\frac{2^1/_2'' + 3^1/_2''}{2} = 3''$ und dessen Höhe $\frac{1^5/_8'' + {}^3/_4''}{2} = 1^3/_{16}''$ beträgt. Dieser Stab ist, wie schon bemerkt, entweder auf andern Walzen angefertigt, oder es befindet sich auf den Schienenwalzen selbst ein Schnitt, um einen Stab von diesen Dimensionen auszuwalzen. Ist derselbe auf die Dimensionen von 3 Zoll und $1^3/_{16}$ Zoll gebracht, so muß er noch so heiß seyn, daß er noch sechsmal die Walze durchlaufen kann, um sich in eine Schiene zu verwandeln.

Der Stab gelangt zuerst in den Einschnitt Nro. 1, durch den er einen trapezoidischen Querschnitt annimmt, 3 Zoll hoch, $1^5/_8$ und $^3/_4$ Zoll breit. Er gelangt darauf in den Einschnitt Nro. 2, wo sich bereits ein etwas abgerundeter Kopf bildet. In dem Einschnitte Nro. 3 nimmt die

---

[1]) Diese Walzen sind aus der Abhandlung der Herren von Deynhausen und von Dechen „über die englischen Schienenwege" („Karstens Archiv 19. S. 101. ꝛc.") entnommen und auf dem Eisenwerke Pen-y-daran bei Merthyr-Tydwill in Wales vorhanden. In England giebt es jetzt auf vielen Eisenwerken solche Schienenwalzwerke, in Deutschland erst wenige, unter denen das der Herren Remy et Comp. zu Rasselstein bei Neuwied besonders ausgezeichnet ist; es lieferte die Schienen für die Nürnberger Bahn.

Abrundung zu und bildet sich an dem untern Ende auf einer Seite eine vorstehende Kante; in Nro. 4 erhält der Kopf seine völlige Gestalt und auch auf der andern Seite bildet sich eine vorstehende Kante; die Höhe der Schiene ist unverändert 3 Zoll geblieben. In dem Einschnitt Nro. 5, wohin die Schiene nunmehr gelangt, wird die Schwellung gebildet, welches mittelst eines Excentrikums geschieht. Da nemlich die Spannung des Bogens einen Zoll beträgt, so wird auf der Walze ein Kreis eingeschnitten, dessen Mittelpunkt um einen halben Zoll von dem Mittelpunkte der Walze absteht. Dadurch, indem sich die Walze dreht, beträgt die Höhe der Leere 5 bald $3^1/_2$, bald nur $2^1/_2$ Zoll, und indem die Schiene diesem Spiel folgen muß, werden auf ihrer untern Seite bogenförmige Erhöhungen gebildet.

Bei der Konstruktion des Excentrikums ist aber zu berücksichtigen, daß die ganze Länge des Schienenstücks, welche einen bogenförmigen Ansatz haben soll, 36 Zoll beträgt. Es muß also, wenn R den Radius des Excentrikums bezeichnet, $2\,R\,\pi = 36''$ daher $R\,\frac{36}{2.\,\pi} = 5'',\,75$ seyn und muß daher der Radius des Excentrikums $= 5^3/_4$ Zoll gemacht werden. Es bleibt außerdem noch zu berücksichtigen, daß auf eine Länge von 5 Zoll die untere Fläche der Schiene gerade, und die Schiene nur $2^1/_2$ Zoll hoch seyn soll und muß daher auf dem Excentrikum der Bogen, auf einer Länge von 5 Zoll, nicht aus dem Mittelpunkte des Excentrikums, sondern aus dem der Walze beschrieben werden. Aus dem so konstruirten Excentrikum wird alsdann die verlangte Form der Schienen hervorgehen. Da indessen bei dieser Operation die Gestalt der Schiene noch nicht vollkommen scharf erhalten wird, so passirt dieselbe noch den Einschnitt Nro. 6, welche den vollen Querschnitt der Schiene an ihrem höchsten Punkte darbietet, und daher $3^1/_2$ Zoll lang ist. Hiermit ist die Operation des Auswalzens beendigt. Man wird einsehen, daß die Produktionskosten der gewalzten Schienen nur wenig theurer sind, als die des gewalzten Stab-

eisens, welches auch mehrere Kaliber zu passiren hat. Ein gut eingerichtetes Walzwerk kann täglich 20 Tonnen Schienen liefern; wenigstens ist dies in England der Fall.

Prüfung und Vergleichung der Tragkraft gußeiserner und stabeiserner Schienen [1]).

Wenn man blos den statischen Widerstand einer Schiene von rechteckigem Querschnitt, und zwar von der Höhe c und der Breite b in Betracht zieht, so ist die Last, welche eine Schiene von der Länge L, von einem Stützpunkte zum nächsten gemessen, und frei und aufliegend, tragen kann = $^2/_3$ R. $\frac{b\ c\ 2}{L}$, wo R einen Durchschnitt der Gewichte bezeichnet, welche die Einheit der Fläche trägt, nach dem Grade der Festigkeit, der für zureichend erachtet wird. Bestimmen wir hier R nach derjenigen Belastung, welche noch geringer ist, als diejenige, die eine bleibende Biegung hervorzubringen vermag, nnd setzen sie 61 Pfund auf die Quadratlinie für Stab- und 76 Pfd. für Gußeisen, so ist das letztere allerdings im Vortheil.

Aber die Schienen tragen nicht ruhende Lasten, sondern es wirkt auf sie auch der Stoff bewegter Massen. Desgleichen liegen sie nicht frei, sondern sind in die Schienenstühle eingeklemmt. Deshalb ist die obige Formel nicht anwendbar, sondern man kann sich wegen der Stärke der Schienen nur an der Erfahrung auf wirklichen Straßen halten. Diese ergiebt bis jetzt Folgendes.

1) Zu Darlington und auf einigen andern Eisenbahnen bestehen die Schienen aus Gußeisen Fig. 30 oben 2 Zoll $1^1/_4$ Linie breit, $3^2/_3$ Fuß von einem Stützpunkt bis zum

---

1) Nach des Ober-Ingenieurs Minard trefflichen „Vorlesungen über Eisenbahnen" gehalten 1833 und 1834 in der Ecole des ponts et chaussées zu Paris; deutsch in Crelles Journal für die Baukunst Bd. IX. Heft 2; jedoch hier bedeutend vermehrt und ergänzt.

andern lang, im Durchschnitt $4^1/_2$ Zoll hoch und 1 Zoll dick. Der laufende Fuß Schiene wiegt $14^3/_4$ Pfd. Von den darauf fahrenden Bahnenwagen wiegt einer 80 Zentner, ein Dampfwagen 160 Zentner. Die Wagen bewegen sich mit 14 Fuß Geschwindigkeit in der Sekunde ($2^1/_{10}$ Meilen in der Stunde.)

2) Auf der Liverpool-Manchester Eisenbahn bestehen die Schienen aus Stabeisen (Fig. 17 und 18). Sie sind oben 2 Zoll $1^1/_4$ Linien breit, 2 Fuß $10^4/_5$ Zoll von einem Stützpunkte bis zum andern lang, $3^1/_6$ Zoll im Durchschnitt hoch und 1 Zoll $1^3/_4$ Linien im Durchschnitt dick. Der laufende Fuß Schiene wiegt 11 Pfd. $12^1/_3$ Loth. Ein Bahnwagen, wie sie auf dieser Straße mit 28 Fuß Geschwindigkeit in der Sekunde ($4^3/_5$ Meile in der Stunde) fahren, wiegt 100 Ztr., ein Dampfwagen 220 bis 240 Ztr. Aber die Schienen sind für dieses Fuhrwerk zu schwach, weshalb man sie auch nach und nach mit stärkern auswechselt, von denen der laufende Fuß 16 Pfd. $21^1/_3$ Loth wiegt (Fig. 25); jedoch läßt sich annehmen, daß sie auf der Darlingtoner Bahn stark genug seyn würden, was um so gewisser ist, da man auf derselben die gußeisernen, ebenfalls mit gewalzten Schienen auswechselt, die oben 2 Zoll $1^1/_4$ Linie breit, 2 Fuß $10^4/_5$ Zoll von einem Stützpunkt bis zum nächsten lang, $2^3/_4$ Zoll im Durchschnitt hoch, $11^1/_2$ Linien im Durchschnitt dick sind, und 9 Pfund 12 Loth der laufende Fuß wiegen. Zwar hält man diese leichten Schienen für zu schwach; aber gleichwohl tragen sie das gegenwärtige Fuhrwerk.

Die Liverpooler 11 Pfd. $12^1/_3$ Loth schweren gewalzten Schienen, sind ungefähr eben so stark, als die gußeisernen von $14^3/_4$ Pfd. schweren zu Darlington, so daß also, wie sich hieraus ergiebt, das geschmiedete Eisen im Vortheil ist.

Wenn wir nun aus diesen Erfahrungen im Großen die Masse anderer Schienen von ziemlich ähnlicher Gestalt und von ohngefähr gleichen Fuhrwerken befahren, herleiten wollen, so können wir uns des Ausdruckes

$$P = \frac{2}{3} R . \frac{b\ c\ 2}{L}$$

bedienen, wo P die größte, in Bewegung gesetzte Belastung auf der Mitte der Schienen, b und c die mittlere Höhe und Dicke derselben und L die Entfernung der Stützpunkte von einander bezeichnen. R ist der Widerstands-Koefficient, dessen Werth wir aus dem Maaß bei der Darlington-Bahn herleiten wollen, annehmend, daß auf derselben die größte Belastung P = 6403 Pfd. ist, für b c und L aber die Maaße von Darlington und Liverpool für die beiden Fälle des Guß- und des Walzeisens setzend.

Dieses giebt dann R = 145,6 für Guß- und R = 202 für Walzeisen, wenn nemlich b c L in Linien und P in Pfunden ausgedrückt werden. Es ist also:

$$P = 134{,}8 . \frac{b\ c\ 2}{L} \text{ für Walz- und}$$

$$P = 97{,}05 . \frac{b\ c\ 2}{L} \text{ für Gußeisen,}$$

und diese Formeln dienen, b, c, L in den beiden Fällen für andere Schienen zu bestimmen.

Die Voraussetzung von 6403 Pfunden größter Belastung auf der Darlington-Bahn, wo die Dampfwagen ungefähr 17,600 Pfd. wiegen, erklärt sich folgendermaaßen.

Da die Entfernung der Stützpunkte der Schienen von einander kleiner ist, als diejenigen der Wagenachsen, so scheint es, daß eine Schiene niemals mehr als den vierten Theil des Gewichts eines Dampfwagens, mithin nicht über 40 Ztr. zu tragen bekommen könne. Aber Herr Wood bemerkt mit Recht, daß die Schienen, in Folge einer Einsenkung der Tragsteine sich gegen einander neigen, und dann nicht mehr in einer und derselben, die vier Räder des Wagens berührenden, Ebene liegen können; daß es also möglich ist, daß die Last des Wagens nur auf drei Rädern ruhe, so daß also die Mitte einer Schiene auf der Darlington-Bahn für einen Augenblick die Hälfte des Gewichts eines Lastwagens oder des Dampfwagens, also 80 Ztr. zu tragen bekommen kann.

Da indeſſen die Wirkung davon durch die Federn, auf welchen die Laſt ruht, ſehr vermindert wird, ſo nehmen wir 6403 Pfd. (3000 Kilogr.) an. Jedoch werden wir weiter unten ſehen, daß die Geſchwindigkeit die Wirkung der Laſten auf die Schienen verſtärkt.

Will man die Formel auf der Liverpool-Bahn anwenden, vorausſetzend daß die Stützpunkte eine Entfernung von 2 Fuß $10^4/_5$ Zoll behalten, daß die Höhe der Schienen $c = 3$ Zoll 10 Linien ſeyn ſoll und daß die größte Belaſtung, die von einem 240 Ztr. wiegenden Dampfwagen herrühren kann, 10,671 Pfund iſt, ſo findet ſich b aus dem Ausdruck

$$10{,}671 = 134{,}8 . \frac{46\ 2}{418} . b ,$$ was $b = 1$ Zoll $3^3/_5$ Linien

giebt. Solche Schienen würden 17 Pfd. 12 Loth der laufende Fuß wiegen, welches Gewicht demjenigen nahe kommt, das man den Schienen auf den von London und Birmingham und Briſtol anzulegenden Bahnen giebt, oder womit man die ſchadhaften auf der Liverpool-Bahn auswechſelt.

Man hat auch direkte Verſuche über den ſtatiſchen Widerſtand der Schienen angeſtellt. Wir theilen hier einige von den Reſultaten dieſer Verſuche mit. Wood erhielt folgende:

Es wurden gußeiſerne Schienen (Fig. 7 und 30) die ohngefähr $14^3/_4$ Pfd. der laufende Fuß wogen, wie gewöhnlich in Schienenſtühlen befeſtigt, welche auf $3^2/_3$ Fuß von einander entfernte hölzerne Lager gelegt wurden. Bei 12 Verſuchen trug die Schiene in der Mitte

höchſtens 14,940 Pfd. u. 20,702 Pfd.,
nachdem die Maſſe mit altem
Gußeiſen gemiſcht war.

Mindeſtens 11,311 Pfd. u. 14,727 Pfd.,
eben ſo. Im Durchſchnitt 12,806 Pfd. u. 17,074 Pfd.,
eben ſo.

Ferner legte man eine gewalzte Schiene, von $14^1/_2$ Fuß Länge und von durchgängig gleichem Querſchnitt (Fig. 20), auf 6 Schienenſtühle, die alſo einer von dem andern 2 Fuß $10^4/_5$ Zoll entfernt waren und befeſtigte ſie, erſt auf allen

Stühlen, und dann blos auf den beiden Stühlen in der Mitte. Man belud sie mit zunehmenden Gewichten, die jedesmal wieder weggenommen wurden. Die Einbiegungen, welche die Gewichte hervorbrachten, waren theils bleibend, theils nicht bleibend. Die Tiefe dieser Einbiegungen wurde unterhalb in den mittlern Fachen gemessen, wo die Gewichte aufgelegt waren. Die Schiene wog $12^3/_4$ Pfd. der laufende Fuß. Es ergab sich Folgendes:

Gewicht in der Mitte.	Die Schiene war auf allen Stühlen befestigt.		Die Schiene war nur an beiden Stühlen in der Mitte befestigt.	
	Größte Einsenkung.	Bleibende Einsenkung.	Größte Einsenkung.	Bleibende Einsenkung.
Pfunde.	Linien.	Linien.	Linien.	Linien.
1814	0, 09	0	0, 09	0
3628	0, 14	0	0, 18	0
7256	0, 27	0	0, 41	0
9071	0, 37	0	0, 55	0
10,885	0, 46	0	0, 47	0,046
12,592	0, 55	0,046	0, 78	0,092
18,141	0, 78	0,092	0, 33	0,9,17

Herr v. Dechen (Karstens Archiv f. Miner. ꝛc. VI. Seite 370 ꝛc.) untersuchte die Tragkraft von neun verschieden konstruirten, von Coaks-Roheisen von Königshütte in Oberschlesien, aus dem Kupolofen gegossenen, Schienen. Die Vorrichtung welche zu dem Zerbrechen der Schienen benutzt wurde (und die nebst den verschiedenen untersuchten Schienen, auf Taf. XV. des gedachten Theils von dem Archiv abgebildet worden ist), besteht in einer einfachen ungleichförmigen Waage, deren Arme sich 1 : 27 verhalten. Die Schienen wurden verkehrt, mit der breiten Seite nach unten gekehrt, in gußeisernen, zu diesem Zweck besonders vorgerichtete Lager gelegt, welche zwischen zwei mit den

Rändern der Waage verbundenen Platten hin und her geschoben und genau auf die erforderlichen Längen gestellt werden konnten. Ein schmiedeeiserner Bügel von $^1/_2$ Zoll Breite, welcher durch zwei Stangen mit dem kurzen Arme verbunden war, wirkte unmittelbar auf die Schienen. Der lange Arm der Waage hatte eine Schaale, auf welcher die Gewichte gesetzt wurden. [1])

Die Resultate der Versuche sind folgende:

Die Schienen Nro. 1 ganz gerade, 3′ lang, 2,43″ hoch, 18,73 Pfund wiegend, wurden bei 8 verschiedenen Versuchen zerbrochen mittelst eines Durchschnittsgewichts von . . . . . 3777 Pfd.

Die Schienen Nro. 2, nach zwei in der Mitte zusammenstoßenden Parabeln konstruirt, 3′ lang, in der Mitte 3″ hoch, am untern Rande mit einer Verstärkung versehen, pro Stück 18,35 Pfd. wiegend, zerbrachen bei 6 Versuchen im Durchschnitt mit . . . . . 5095 Pfd.

Die Schienen Nro. 3, nach zwei in der Mitte zusammenstoßenden Parabeln konstruirt, 3′ lang, in der Mitte $3^1/_2$″ hoch, die aufrecht stehende Rippe ganz einfach, unten $^3/_8$″, oben $^5/_8$″ stark, pro Stück 18,18 Pfd. wiegend, zerbrachen bei 6 Versuchen durch . . . . . 6363 Pfd.

Die Schienen Nro. 4, die aufrecht stehende Rippe durchbrochen, die untere Leiste nach zwei in der Mitte zusammenstoßenden Parabeln konstruirt, 6′ lang, in der Mitte 6 Zoll hoch; die Oeffnung im Lichten $5^1/_4$″ weit, wiegen pro Stück 37,22 Pfd., mithin bei einer Länge von 3′, 18,61 Pfd., wurden bei 4 Versuchen zerbrochen durch . . . . . 4606 Pfd.

---

[1]) Alle diese Angaben beziehen sich, wenn nichts anders dabei bemerkt worden, auf Rheinl. Maaß und Kölnisch Gewicht.

Die Schienen Nro. 5, nach einer Ellipse konstruirt, 3′ lang, in der Mitte 3, 3″ hoch, die aufrecht stehende Rippe voll und ganz einfach, wiegen pro Stück 19,06 Pfd. und wurden bei 12 Versuchen zerbrochen durch . . . . . 6516 Pfd.

Die Schienen Nro. 6, nach einer Ellipse konstruirt, die aufrecht stehende Rippe durchbrochen; 3′ lang, in der Mitte 5″ hoch, die Oeffnungen im Lichten 4″ weit, wiegen pro Stück 19,85 Pfd. zerbrachen bei 12 Versuchen durch . . . . . 10071 Pfd.

Schienen nach demselben Modell, jedoch die aufrecht stehende Rippe ganz voll gegossen, pro Stück 26,66 Pfd. wiegend, zerbrachen bei 5 Versuchen durch . . . . . 12688 Pfd.

Die Schienen Nro. 7, nach einer Ellipse konstruirt, die Rippe voll, 3 Fuß lang, in der Mitte $3^1/_2$ Zoll hoch, wiegen pro Stück 21,33 Pfd., und zerbrachen bei 6 Versuchen durch . 7470 Pfd.

Die Schienen Nro. 8, nach einer Ellipse konstruirt, 4′ lang, die aufrecht stehende Rippe durchbrochen in der Mitte 6, 7″, an den Enden $2^1/_3$″ hoch; die Oeffnung im Lichten 5″ weit; wiegen pro Stück 31,04 Pfd. (also bei 3′ Länge 23,38 Pfund), wurden bei 6 Versuchen zerbrochen durch . . . . . 10309 Pfd.

Nach Herrn v. Gerstner (Handbuch der Mechanik, I, Seite 349 ꝛc.) zerbrachen Schienen von etwa 11 Linien Höhe und 22 Linien Breite, unmittelbar aus dem Hochofen gegossen,

von Derowa in Böhmen durch 5413 bis 5636 Pfd.;
von Karlshütte . . . 4837 = 6174 = ;
von Joachimsthal . . . 4034 = 6139 = .

Eine andere Reihe von interessanten Versuchen über die Tragkraft gewalzter Schienen, hat neuerlich Herr Egen auf der Elberfelder Probe-Eisenbahn angestellt und

in den „Verhandlungen des Berliner Gewerbe-Vereins", dritte Lieferung für 1835, Seite 121 ꝛc. beschrieben. Diese Versuche sind in doppelter Art ausgeführt. Zuerst ist die Tragkraft auf der Bahn selbst untersucht, wobei die Schienen also in der Lage waren, worin sie beim Gebrauch die Lasten zu tragen haben. Diese Versuche bieten außer den gewöhnlichen Schwierigkeiten, welche die genaue Bestimmung von so geringen Durchbiegungen bei sehr bedeutenden Belastungen mit sich führen, noch besondere dar, die nicht viel geringer sind und welche solche Versuche bisher verhindert haben mögen. Als Gegenversuch ist dann ferner noch die Tragkraft der Schienen, auf die gewöhnliche Weise, einer genauen Prüfung unterworfen. Die Durchbiegungen der Schienen sind durch Neigungswinkel gemessen. Das Princip dieser Messungsweise besteht darin, daß die Durchbiegung der Schiene einer, um eine feste Axe beweglichen Ebene diejenige Neigung mittheilt, deren Sinus der Durchbiegung proportional ist. Die Neigungen wurden durch ein eigenthümliches Nivellirinstrument gemessen, welches die Winkel auf 12 Sekunden zuverläßig genau angiebt und woraus die Durchbiegungen selbst mit großer Genauigkeit berechnet werden können.

Die auf der Elberfelder Probebahn angewendeten Schienen sind gewalzt und wurden von Newcastle am Tyne in England bezogen, sie waren theils bauchig (fish bellied), theils parallel (parallel rails). Jede Schiene ist durchschnittlich 15 engl. Fuß lang; doch kommen Ungleichheiten von 4 bis 6 Zoll Länge vor. Die Enden sind glatt abgeschnitten, dann die Schienen mit seitwärts übergreifenden Enden — Fig. 9, 30 ꝛc. — (half lap joints) werden in England jetzt selten angewendet und sind theurer. Die ausgebauchten Schienen hatten eine Kopfbreite von 24 Rheinl. Linien, eine Kopfdicke von 10 Linien, die größte Tiefe betrug 42,8, die kleinste von 34 Linien, die Dicke des Mittelstücks betrug 6, 6, die Dicke der Rippe 9,8 Linien, die Länge einer Schienenabtheilung 34,98 Zoll, das Gewicht derselben 31,7 köllnische

Pfunde. Die parallelen Schienen hatten eine Kopfbreite von 24 und eine Kopfdicke von 10 Linien, eine Tiefe von 44,8 Linien, das Mittelstück war 7,2 und die Rippe 12,2 Linien stark, die Länge einer Schienen-Abtheilung betrug 35,84 Zoll und ihr Gewicht 35,3 Pfund.

Die Belastung der Schienen geschah durch die Wagen selbst. Die Wagen wurden mit 8000 Pfd. Steinen beladen, die möglichst gleichförmig in den Kasten vertheilt wurden. Da die Wagen sehr regelmäßig und nach allen Seiten symmetrisch gebaut sind, so kann man annehmen, daß jedes Rad die Schiene mit $^1/_4$ des Gesammtgewichts belastet habe. Daß die Schienenflächen nicht genau parallel sind, übt nur einen geringen Einfluß aus, indem die Wagenkasten und Gestelle leicht soviel nachgeben, um diese Unregelmäßigkeiten auszugleichen. Jedes Rad übte einen Druck von 2510 Pfunden aus. Da aber die Radmittelpunkte 42 Zoll von einander abstehen, so kann jede Schienen-Abtheilung nur mit einem Rade belastet werden. Es wurde bei den Schienen die erste und dritte oder mittlere Abtheilung in ihrer Tragkraft untersucht. Das Hauptresultat dieser Versuche ist Folgendes:

	Länge, Zolle.	Depression, im Winkel; Minuten.	in der Linie; Linien.	Depression 1000 Pfd. Last für das Rad. in d. Ruhe;	in d. Bewegung;
				Linien	
Gebauchte Schienen	30,95	15,85	0,470	0,189	0,216
Parallele Schienen	30,70	15,38	0,456	0,187	0,217

Herr Egen zieht aus diesen Betrachtungen die folgenden Hauptergebnisse:

1) Auf der Bahn drücken sich auch die Stühle und Steine um eine sehr merkliche Größe nieder; diese Senkung verschwindet aber vollständig nach Aufhebung des Drucks.
2) Bei den gebauchten Schienen drücket sich die Mitte der ersten Abtheilung stärker nieder, als die Mitte der dritten Abtheilung, bei den parallelen findet das Umgekehrte statt.

3) Die Durchbiegungen betragen durchschnittlich 16 % mehr für den sich bewegenden, als für den ruhenden Wagen.

4) Die beiden Arten von Schienen scheinen auf der Bahn durchaus gleiche Stärke zu haben, welche Ansicht auch in England die gangbare ist. Da nun für gleiche Länge das Gewicht der Parallelschienen 11, 1 % mehr als das der gebauchten Schienen beträgt; da beide Arten von Schienen sich gleich gut auswalzen lassen; da ferner die gebauchten Schienen besser in den Stühlen befestigt werden können, als die Parallelschienen, so scheint der Vorzug der gebauchten entschieden. Die Parallelschienen haben allerdings den Vorzug, daß, sollten sie in einem Theil der Bahn für zu schwach befunden werden, man sie dadurch beträchtlich verstärken kann, daß man ihnen 6 statt 5 Unterstützungspunkte giebt, wodurch also eine kostbare Auswechselung solcher zu schwacher Schienen unnöthig würde.

Um nun noch die Tragkraft der Schienen möglichst genau und rein von allen fremden Einflüssen zu bestimmen, ließ Herr Egen eine gebauchte und eine parallele Schiene, die beide keine sichtbaren Mängel hatten, von der Bahn wegnehmen, auf einen eichenen Balken Stühle nageln, und in diese die Schienen genau so befestigen, wie dies auf der Bahn selbst geschieht. Von jeder Schiene wurde die Tragkraft jeder der fünf Abtheilungen untersucht. Es wurde nemlich auf die Mitte der zu untersuchenden Schienen-Abtheilungen ein eisernes, dreiseitiges $1\frac{1}{2}$ Zoll langes Prisma gelegt, auf welches der mittlere Kraftpunkt eines starken Hebels drückte. Der Hebel griff hinten unter die Schneide eines festen Prismas, und vorn hing an ihm ein Wagebalken, der die genau abgeglichenen Gewichte aufnahm. Wir theilen wiederum die mittlern Resultate einer ganzen Reihe von Versuchen mit. Die mittlere Durchbiegung betrug bei folgenden Belastungen:

	Bei gebauchten,	bei Parallel-Schienen:
von 2000 Pfund	0,0671 Lin.	0,0574 Lin.
„ 5000 „	0,0681 „	0,0571 „
„ 8000 „	0,0711 „	0,0532 „
„ 10000 „	0,0713 „	0,0522 „
„ 12000 „	0,0726 „	0,0535 „
„ 14000 „	0,0704 „	0,0557 „
Bleibende Biegung nach dem Maximum der Belastung	0,060 „	0,079 „

Herr Egen ist durch die Versuche zu folgenden Bemerkungen geführt:

1) Die Parallelschienen erscheinen in dem Verhältniß von 4:5 stärker als die gebauchten. Das Gewichtsverhältniß ist = 12:13. Die Parallelschienen erscheinen also hier in einem größern Verhältniß stärker, als sie gegen die gebauchten Schienen schwerer sind. Die Ursache liegt in der Gestalt des Querschnitts der beiden Schienen-Abtheilungen. Bei einer zweckmäßigen Anordnung desselben werden die gebauchten Schienen ihren Vorzug auch hier behaupten.

2) Die bleibenden Durchbiegungen der Schienen sind geringer bei den gebauchten Schienen, selbst wenn man auch die stärkere Belastung derselben in Betracht zieht. Dieser Umstand ist für die Anwendung sehr wichtig.

3) Bei welcher Belastung die bleibenden Durchbiegungen ihren Anfang nehmen, ist schwer, oder vielmehr gar nicht zu entscheiden. Die Grenze wird um so enger, je schärfer die Beobachtungsmethoden sind, und man kann immer nur davon sprechen, wo die merklich bleibenden Durchbiegungen aufhören. Wenn aber auch bei einer einzelnen Belastung die bleibende Durchbiegung unmerklich bleibt, so kann sie leicht bei oft wiederholten, oder lange andaurenden Belastungen, merklich hervortreten.

4) Die untersuchten Schienen sind unstreitig stark genug, um häufig wiederholte Belastungen von 3000 Pfunden für

ein Rad und einzelne Belastungen von 8000 Pfd. und mehr für ein Rad zu tragen. Sie werden also für Eisenbahnen mit Pferdeförderung in allen Fällen eine hinlängliche Tragkraft haben. Wenn aber Dampfwagen vor 8 bis 9 Tonnen Gewicht auf den Schienen laufen sollen, so dürften sie etwas zu schwach seyn, wie auch die der Liverpool- und Manchester-Eisenbahn von 35 Pfd. Gewicht das Yard bewiesen haben.

5) Bei den gebauchten Schienen sind die mittleren Abtheilungen entschieden stärker, als die äußern, und der Unterschied ist ziemlich bedeutend. Bei den Parallelschienen tritt ein solcher Unterschied gar nicht hervor.

Endlich theilen wir auch hier noch die Resultate mehrerer Versuche über die Tragkraft verschiedener Arten gewalzter Schienen mit, welche in England angestellt worden sind [1]).

Die Länge zwischen den Mittelpunkten der Stühle betrug 3 Fuß; die Belastung geschah in der Mitte.

a) Best common oder Cinder Iron. Gewicht der Schienen 42 Pfund.

3 Tonnen 18 Ztr.
verursacht. eine Durchbiegung von 1/20 Zoll, eine bleibende Biegung v. 0 Zoll

5 Tonnen 14 Ztr.
verursacht. eine Durchbiegung von 2/20 " " " " " 0 "

7 Tonnen 6 1/4 Ztr.
verursacht. eine Durchbiegung von 3/20 " " " " " 1/20 "

10 Tonnen 18 Ztr.
verursacht. eine Durchbiegung von 7/20 " " " " " 3/20 "

11 Tonnen 19 Ztr.
verursacht. eine Durchbiegung von 9/20 " " " " " 5/20 "

b) Ein Gemisch von 3/5 best common und 2/5 second best mine Iron. Gewicht der Schienen 40 1/2 Pfd. das Yard.

4 Tonnen 3/4 Ztr.
verursacht. eine Durchbiegung von 1/20 Zoll, eine bleibende Biegung v. 0 Zoll

7 Tonnen 2 3/4 Ztr.
verursacht. eine Durchbiegung von 3/20 " " " " " 1/20 "

9 Tonnen 17 Ztr.
verursacht. eine Durchbiegung v. 10/20 " " " " " 6/20 "

---

1) Egen „Mittheilungen vermischten Inhalts über die englischen Eisenbahnen," in den Verhandlungen des Berliner Gewerbvereins, 1834, 6te Lieferung Seite 292 ꝛc.

c) Best mine Iron. Gewicht der Schienen 41 Pfund das Yard.

4 Tonnen $6^3/_4$ Ztr.
verurſacht. eine Durchbiegung von $^1/_{20}$ Zoll, eine bleibende Biegung v. 0 Zoll
7 Tonnen $9^3/_4$ Ztr.
verurſacht. eine Durchbiegung von $^5/_{20}$ „ „ „ „ „ $^2/_{20}$ „
9 Tonnen 3 Ztr.
verurſacht. eine Durchbiegung v. $^{11}/_{20}$ „ „ „ „ „ $^8/_{20}$ „

Man erſieht aus dieſen Verſuchen, daß das beſte Eiſen zugleich auch das biegſamſte iſt.

Als allgemeine Folgerung können wir hier noch bemerken, daß es zweckmäßig iſt die Schienen ſo ſchwer als thunlich zu nehmen, bei großen Bahnen das Yard zu 50 Pfd., auch muß auf die Bereitung des dazu angewendeten Eiſens große Sorgfalt verwendet werden.

Die Prüfung der Tragkraft der Schienen, ehe ſie gelegt werden, iſt ein ſehr wichtiger Punkt, beſonders bei großen Eiſenbahn-Anlagen. Die Schienen zu den Eiſenbahnen von Roanne und Lyon wurden $7^3/_4$ Zoll frei gelegt und man ließ ein Gewicht von 4270 Pfunden 27 Zoll hoch darauf herabfallen. Durch dieſe Proben werden die Schienen zuweilen ziemlich ſtark, um $2^1/_3$ bis $2^1/_2$ Zoll, gebogen und es hält dann ſchwer, ſie wieder gerade zu richten, ohne ſie vorher ins Feuer zu bringen.

Vergleichung der gewalzten Schienen von verſchiedener Geſtalt.

Man giebt den gewalzten Schienen beſonders zweierlei verſchiedene Formen. Man macht ſie, wie ſchon bemerkt, erſtlich entweder durchgängig von gleichem Querſchnitt, oder parallel, oder zweitens in der Mitte höher, als an den Enden und daher unten gebogen oder bauchig.

Ueber den unbedingten Vorzug der einen vor der andern iſt man noch nicht ganz einig, obwohl die ſo eben mitge-

theilten Resultate der Versuche des Hrn. Egen für die bauchigen sprechen. Jedoch ergeben seine und auch Hrn. Wood's vergleichende Versuche zu geringe Unterschiede des Widerstands, um hierauf mit Sicherheit den Vorzug der bauchigen allein begründen zu können. Man rühmte sie besonders deshalb, weil sie bei weniger Masse einen stärkern Widerstand zu leisten vermögten, allein die bauchige Gestalt des untern Theils der Schienen, hat manche Unvollkommenheiten:

1) Lassen sie sich, ohne die Theile des Metalls zu verschieben und die Kohäsion desselben zu vermindern, schwieriger auswalzen als die parallelen Schienen.

2) Ist eine viel größere Genauigkeit beim Setzen der Steine und der Schienenstühle nöthig, weil die Schienen mit ihrem dünnsten Theile aufliegen müssen. Bei den parallelen Schienen dagegen können die Tragsteine leichter und genau gesetzt werden und es kann ihnen nach Erforderniß der Wirkung des Fuhrwerks auf die Schienen und der Beschaffenheit des Bodens mehr eine beliebige Entfernung von einander gegeben werden.

3) Läßt sich eine solche Schiene, wenn sie nachgiebt, oder wenn es das Terrain erfordert, nicht gut in den Zwischenräumen unterstützen, welches bei den parallelen überall mit gleicher Leichtigkeit geschehen kann.

4) Endlich hindert die größere Höhe der Schienen, in der Mitte, also gerade da, wo zwischen den Unterstützungspunkten die bei Schienenstraßen so sehr nothwendige Ableitung des Wassers angeordnet werden, dieselbe um so mehr, welches bei den Parallelschienen bei weitem weniger der Fall ist.

Der Preisunterschied zwischen den beiden Schienenarten ist gering und beträgt für die parallelen ungefähr 1—2 % weniger, als für die gebauchten, welches aber nur von dem Patent auf die letztern herrührt, indem dieselben mit eben der Leichtigkeit ausgewalzt werden, wie die parallelen.

Die folgende Tabelle enthält die Maaße und das Gewicht von den Schienen auf einigen Straßen, nebst Hinweisung auf ihre in den Abbildungen dargestellte Gestalt.

Namen der Eisenbahnen.	Entfernung der Stützpunkte von einander	Höhe der Schienen	Breite der Schienen. Größte Breite	Breite der Schienen. Kleinste Breite	Länge einer Schiene		Gewicht eines laufenden Fußes Schienen	Gewicht der Last- od. Dampf-Wagen
	Zoll.	Linien.	Linien.	Linien.	Fuß.	Zoll.	Pfund.	Zentner.
1) Parallele gewalzte Schienen.								
Bei Lyon	$28\frac{2}{5}-34\frac{4}{5}$	$34\frac{2}{5}$	$21\frac{1}{10}$	$6\frac{2}{5}$	14	$6\frac{3}{4}$	8	27	136
" Reanne (Fig. 19 c und d)	$27\frac{1}{7}-31\frac{1}{3}$	$34\frac{2}{5}$	$21\frac{1}{10}$	$6\frac{2}{5}$	15	$11\frac{1}{6}$	8	27	136
" Epinac (Fig. 14)	$38\frac{1}{4}$	$36\frac{7}{10}$	$19\frac{3}{4}$	$5\frac{1}{2}$	15	$11\frac{1}{6}$	7	12	70
" Denain (Fig. 15)	—	$36\frac{7}{10}$	22	6	—	—	8	27	90
" Elberfeld (Probebahn)	$35\frac{4}{5}$	$44\frac{1}{5}$	24	10	15	—	11	—	—
" Brüssel (Fig. 33)	36	40	30	9	15	—	11	21	—
" Nürnberg (Fig. 11)	$29\frac{1}{2}$	42	23	6	15	—	7	10	—
" St. Helens-Runcorn (Fig. 20)	$34\frac{4}{5}$	$42\frac{1}{5}$	$25\frac{1}{4}$	$8\frac{3}{5}$	14	$6\frac{1}{3}$	13	2	155
" Leeds und Selby (Fig. 16)	$34\frac{4}{5}$	$45\frac{8}{9}$	$26\frac{2}{3}$	6	14	$6\frac{1}{3}$	14	19	—
" Sunderland (Fig. 31 b)	—	$44\frac{1}{2}$	$22\frac{1}{2}$	6	14	$6\frac{1}{3}$	9	23	78
" Redruth	$34\frac{4}{5}$	$36\frac{7}{10}$	$13\frac{3}{4}$	$7\frac{1}{3}$	—	—	8	16	39
" Wrexham	44	$36\frac{7}{10}$	$18\frac{1}{3}$	$9\frac{1}{6}$	14	$7\frac{1}{8}$	9	12	48
" Clarence und Durham (Fig. 22)	—	34	25	$5\frac{1}{2}$	15	—	13	10	—
" Philadelphia und Columbia	—	42	27	10	—	—	13	13	—
2) Bauchige gewalzte Schienen.									
Bei Darlington	$34\frac{4}{5}$	$25\frac{7}{10}-39$	$25\frac{1}{4}$	$6\frac{2}{5}$	14	$6\frac{2}{3}$	9	12	155
" Liverpool (Fig. 17. 18, 26, 27)	$34\frac{4}{5}$	$27\frac{1}{2}-45\frac{8}{9}$	$25\frac{1}{4}$	$6\frac{8}{9}$	14	$6\frac{2}{3}$	11	12	223
" Manchester und Bolton (Fig. 25)	—	$34-44$	27	7	15	—	16	21	—
" Wigan-Steinkohlen Bergwerke (F. 21)	—	29	25	$5\frac{1}{2}$	—	—	10	10	—
" Newcastle und Carlile (Fig. 24)	—	50	27	6	—	—	14	—	—
" Camden u. South Amboy in den Vereinigten Staaten (Fig. 23)	—	38	24	6	—	—	13	10	—
" Festiniog (Fig. 29)	—	25	$18\frac{1}{2}$	3	—	—	5	10	—
3) Gußeiserne Schienen.									
Bei Andrézieux	$43\frac{1}{2}$	$32\frac{1}{9}-64\frac{2}{9}$	23	$9\frac{1}{6}$	3	$9\frac{7}{8}$	14	16	74
" Darlington und Hetton (Fig. 30)	44	$36\frac{7}{10}-66\frac{1}{2}$	$25\frac{1}{4}$	6	3	$9\frac{7}{8}$	14	24	155
" Newcastle	44	—	$18\frac{1}{3}$	—	3	$10\frac{2}{3}$	13	30	78
" Midleton unfern Leeds	35	$41\frac{5}{10}-55$	$23\frac{2}{5}$	$8\frac{3}{4}$	2	11	13	8	107

Unterstützung der Schienen.

Die Schienen müssen nothwendig so befestigt werden, daß sie immer in der nemlichen Höhe, immer parallel und immer bündig in den Stößen verbleiben, welches alles um so schwieriger zu erlangen, je schwerer das Fuhrwerk ist und je geschwinder es sich bewegt.

Die Erhaltung der Höhe hängt vom Widerstande des Bodens ab, der selten stark genug und noch seltner gleichförmig ist; sie hängt also größtentheils von der Grundfläche und dem Gewicht der Tragsteine ab. Anfänglich nahm man dazu Steine von 1 Fuß Länge und Breite und 8 Zoll Höhe; allmählig stiegen die Maaße bis auf beinahe 2 Fuß Länge und Breite und 1 Fuß Höhe, also bis auf das Sechsfache der Masse und neuerlich hat man gefunden, daß für große Geschwindigkeiten des Fuhrwerks noch schwerere Steine erforderlich sind. — Steine mit großer Grundfläche widerstehen gut, weil sie den Druck auf eine große Grundfläche vertheilen, und Steine von großem Gewicht durch die Trägheit ihrer Masse. Wenn das Fuhrwerk über den Stein hinrollt, so strebt es, denselben einzudrücken und der Erfolg der augenblicklichen Wirkung ist um so geringer, je mehr Masse der Stein hat.

Es ist zu der Unterstützung der Schienen jede Steinart tauglich, sobald sie nur dem Frost und der Ausdehnung der hölzernen Pflöcke widersteht, die zur Befestigung der Schienenstühle in die in den Stein gebohrten Löcher getrieben werden müssen. Jedoch ist ein großes specifisches Gewicht der Steinart vortheilhaft. Die Seiten der Steine werden nur sehr aus dem Groben behauen, die obere Seite, welche dem Schienenstuhle zum Lager dienen soll, etwas genauer. Wo, wie z. B. im nördlichen Deutschland, viel große Geschiebe, besonders von Granit, Grünstein und andern körnigen Gesteinen vorkommen, würden auf der oberen Seite behauene oder mit eisernen Keilen gespaltene Stücke dieser Geschiebe, die flache Seite nach unten gelegt und blos die obere etwas behauen, sehr tauglich zu Tragsteinen seyn.

Wenn man, wie es gewöhnlich der Fall ist, die Stützpunkte der Schienen 3 Fuß von einander legt und die Tragsteine $1\frac{3}{4}$ Fuß breit nimmt, wie z. B. zu Nürnberg, so bleiben nur noch $\frac{1}{2}$ der Länge übrig, in welcher die Schienen auf der bloßen Erde liegen. Man hat daher vorgeschlagen, die Schienen durchweg mit Mauerwerk zu unterstützen; allein diese Methode einiger Architekten wird von andern verworfen, welche eine fortlaufende Unterstützung für nachtheilig halten, indem ein zu starrer Widerstand die stärkere und schnellere Zerstörung der Schienen, so wie der Last- und Dampfwagen zur Folge habe. Dieß scheint auch die Erfahrung bei der Lyoner Eisenbahn, durch Vergleichung der Stellen, wo die Schienen auf Kies und Felsenboden und wo sie auf aufgeschütteten Dämmen liegen, zu bestätigen. Eine gewisse Elasticität, wie sie durch vereinzelte Unterstützungspunkte erlangt wird, scheint also den Schienenbahnen vortheilhaft zu seyn, welches auch mit den auf den gewöhnlichen Chausseen gemachten Erfahrungen übereinstimmt. Der bekannte Mac Adam hat die Beobachtung gemacht, daß die Abnutzung einer Chaussee in Sommersetshire an den Stellen, wo sie auf Felsen liegt, in dem Verhältniß von 7 : 5 stärker als da war, wo sie über einen Morast führte. Bekanntlich läßt sich auch ein Stein leichter zermalmen, wenn man ihn auf einen andern harten Stein, als wenn man ihn auf weiche Erde legt. — Die allgemeine Einrichtung der mit Tragsteinen unterstützten Schienen geht aus den Fig. 9, 10, 11, 17, 18, 19, 30, 34 bis 39 u. 41 hervor.

Statt der Tragsteine wendet man zur Unterstützung der Schienen auch hölzerne Schwellen oder Lager, die meistens quer unter beide Schienenreihen hindurch reichen und deren allgemeine Anordnung man aus Fig. 37 bis 39 ersieht, an. Solche Hölzer sind 6 bis $7\frac{3}{4}$ Zoll hoch und $8\frac{1}{2}$ bis $11\frac{1}{2}$ Zoll breit; man nimmt aber auch getrenntes Holz dazu, die Schnittseite nach unten gelegt (Fig. 39 und 41).

Auch bei der Brüsseler Eisenbahn sind Querschwellen angewendet, die aus Tannenholz bestehen, dessen Dauer man

zu 10 Jahren annimmt. Sie bestehen aus gespaltenem Holz, wie die Fig. 41 zeigt und sind gewöhnlich 2 Fuß stark. Die Bearbeitung derselben ist sehr roh und nur da auf der obern runden Seite, wo die Schienenstühle befestigt worden, sind Stellen flach gearbeitet. Diese Schwellen sind natürlich weit einfacher und wohlfeiler als die Tragsteine. Zuweilen legt man diese Lagen auf andere, die mit den Schienen parallel laufen, oder auch blos auf Bohlen, welches eine sehr breite und den Druck sehr vertheilende Unterlage giebt. Jedoch widerstehen die hölzernen Lager viel weniger als die Steine; die größern Steine wiegen wohl den vierten Theil des Drucks von einem Lastwagenrade, die hölzernen kaum den dreißigsten Theil. Auch bemerkt man eine weit stärkere Bewegung der Schienen, wenn sie auf Holz, als wenn sie auf Steinen liegen. Da wo das Terrain sehr trocken ist, wie z. B. auf Anschüttungen, die noch einige Senkung befürchten lassen, sind die Querschwellen sehr zweckmäßig und auf der Liverpool-Manchester-Eisenbahn hat man auch ein solches System befolgt.

Um die Schienen beider Reihen unter einander zu verbinden, hat man auch gußeiserne Querstücke angewendet, die in der Mitte eingebogen waren, während die Enden derselben Klauen zur Aufnahme und Befestigung der Schienen hatten, welches also die Schienenstühle ersparte. Jedoch ist man wieder davon abgegangen, wahrscheinlich weil diese Querstücke leicht zerbrachen und sehr theuer waren.

Herr Crelle macht den Vorschlag, die Schienen in aufgeschüttetem Boden durch Pfähle zu unterstützen, die 5 bis 6 Fuß lang, 6 — 8″ stark mit quer durchgehenden Holmen bedeckt seyn, und eine sehr feste Unterlage gewähren würde. Braucht man das Holz nicht zu schonen, so können die Schienen unmittelbar auf den Holmen befestigt werden. Muß man aber das Holz möglichst gegen das Verfaulen schützen, so müßte man die Holme einige Fuß unter die Erdoberfläche versenken, und dann die Schienen von aufgesetzten Stühlen tragen lassen.

Schienenstühle (Chairs, Chaises, Coussinets).

Die Stellung der Schienenstühle auf den Tragsteinen ist nicht willkührlich, denn jene pflanzen den augenblicklichen Druck der Fuhrwerke auf die Schienen, auf den Stein fort und diesem widersteht der Boden. Der Theorie nach müßte daher, damit keine Verschiebung erfolgen kann, die Richtung der mittlern von den widerstehenden Kräften in die Richtung der mittlern der drückenden fallen; also muß der Mittelpunkt des Schienenstuhls mit dem Schwerpunkte des Steins und der Grundfläche desselben in einer und derselben Vertikale liegen, woraus folgt, daß die Steine eine bestimmte Gestalt haben, so wie daß die obere und die untere Fläche des Steins parallel seyn müßten. Wollte man nun diese, von ihrer Hypothese ab, allerdings sehr richtige, mathematische Theorie genau befolgen, wollte man etwa Granitblöcke genau behauen lassen, so würde man wohl viele Kosten unnöthig aufwenden. Ein recht großer Stein, bei dem die Schwerpunkte auch nicht so genau die bestimmte Lage haben, wird unbehauen immer noch besser widerstehen, als ein kleiner behauener. Und dieß erklärt sich daraus, daß zwar wie schon bemerkt, die obige Theorie richtig ist, nicht aber die Hypothese, von welcher sie ausgeht, denn die Last drückt nicht blos immer vertikal, sondern kann auch vielfältig, durch Stöße an die Fugen der Schienen, durch Andrängen der letztern ꝛc., schräg drücken, so daß sich die Lage der Schwerpunkte nicht für alle Fälle bestimmen läßt.

Nachdem die Stellung des Schienenstuhls auf dem Steine bestimmt ist, wird der Stuhl durch zwei eiserne oder hölzerne Dübel befestigt. Bestehen die Dübel aus Eisen, so treibt man erst in die in den Stein gebohrten cylindrischen Löcher hölzerne Pflöcke und dann in diese die starken eisernen Dübel, deren Köpfe den Stuhl festhalten. Ist das Holz zu den Pflöcken oder Dübeln sehr trocken, oder befindet sich das Loch zu nahe am Rande des Steins, so kann derselbe gesprengt werden. Diese Löcher sind zu Epinac $3^3/_4$ Zoll

tief und gegen 1 Zoll weit, zu Liverpool $6^5/_6$ Zoll tief und $1^1/_2$ Zoll weit, zu Nürnberg $5^1/_4$ Zoll tief und 1 Zoll weit (Fig. 11).

Zuweilen legt man zwiſchen die Steine und die Schienenſtühle eine preßbare Maſſe, wie z. B. auf der Bahn zwiſchen Selby und Leeds und zwiſchen Nürnberg und Fürth (Fig. 11—13) getheerten Filz; auf der von Roanne, auf einige Tauſend Meter Länge, dünne hölzerne Späne. Der Zweck einer ſolchen Filz- oder Spahnlage iſt der, die Starrheit des Ganzen noch mehr zu vermindern, und durch die vollſtändigere Berührung die Stühle mehr gegen das Zerbrechen zu ſchützen, wenn ſie auf dem etwa nicht ganz glatten Stein, nicht überall aufliegen.

Die Löcher in den Stühlen haben gewöhnlich ein wenig vorſtehende Ränder, um den Schlägen des Hammers beſſer zu widerſtehen.

Die Befeſtigung der Stühle auf hölzerne Schwellen geſchieht mittelſt ſtarker eiſerner Nägel, wie z. B. auf der Brüſſeler Bahn (Fig. 40, 41).

Die Stühle ſind hier ſehr einfach. Ihre Grundfläche iſt 8 Zoll lang (a b) und 4 Zoll breit; die Höhe des Stuhls beträgt 5 Zoll. Der Einſchnitt F e k l zur Aufnahme der Schienen hat bei m m noch zwei Vertiefungen, die mit den rinnenförmigen Vertiefungen der Schienen c c (Fig. 33) korreſpondirt, in welche der Keil eingreift. Zwiſchen der Schiene und dem Einſchnitt in den Schienenſtühlen, bleibt ein Spielraum von $1—1^1/_2$ Linien für die Ausdehnung des Eiſens in der Wärme.

Die Keile, mit denen man die Schienen in den Stühlen befeſtigt, ſind von Holz, oder von Stab- oder von getemperten Gußeiſen. Die hölzernen Keile, die man zuweilen mit Theer tränkt, machen die Verbindung weniger ſtarr, halten aber auch die Schienen weniger feſt gegen die Stöße der Fuhrwerke. Eiſerne Keile gewähren zwar eine feſtere Haltung; aber es können auch beim Eintreiben derſelben, oder durch den Stoß der Wagen auf die zu ſtarre Maſſe, die

Wangen der Stühle leichter abgesprengt werden. Man hat die Keile an der innern, so wie an der äußern Seite der Bahn eingetrieben. Befinden sie sich an der äußern Seite, so wirken die Fuhrwerke, die immer die Schienen nach außen drängen, weniger heftig auf den Schienenstuhl; besonders wenn die Keile von Holz sind. Die hölzernen Keile sind aber auch deshalb zweckmäßiger an der äußern Seite, weil man sie dann mit Erde bedecken kann, unter welcher sie weniger trocken und lose werden. Ueberhaupt befindet sich wohl der Keil am besten an der äußern Seite, weil alsdann die Schiene den Rand der Räder um so weiter von dem Stuhle entfernt, der zuweilen von ihm erreicht wird.

Zu Liverpool hat man die Wangen der neuen Schienenstühle sehr viel stärker gemacht, und zwei Keile, von jeder Seite der Stühle einen, angebracht. Diese Keile sind von Eisen und haben einen kleinen Knaggen, wie die Klammerbolzen, um durch Hammerschläge besser wieder gelöst werden zu können (Fig. 17 und 18). Sehr bequem ist die so eben angegebene Einrichtung des Festkeilens der Schienen auf den Stühlen bei der Brüsseler Eisenbahn, vermittelst Ruthen in beiden, welche die 4 bis 5 Zoll langen Keile aufnehmen. Die frühere Einrichtung, Bolzen durch die Stühle und die Schienen zu stecken, hat man gänzlich aufgegeben.

Die Breite der Schienenstühle, in der Richtung der Schienen, beträgt $3^1/_2$—5 Zoll. Die Stühle an den Wechseln der Schienen, welche also die Enden von zweien tragen, sind zuweilen breiter als die übrigen und wie schon weiter oben bemerkt, unter den Stößen der Schienen etwas konver. Der Boden des Stuhls ist unter den Schienen etwa $1^1/_2$ Zoll und außerhalb $^3/_4$ Zoll dick. Die Höhe der Wangen muß so seyn, daß die innere niemals von dem Rande der Räder berührt werden kann. Das Gewicht der Schienenstühle ist verschieden und beträgt $6^1/_2$—14 Pfund.

Der Zwischenraum zwischen den Stützpunkten richtet sich nach der Stärke der Schienen und dem Gewichte der Fuhrwerke. Man kann bis zu einer gewissen Grenze, ent-

weder die Stützpunkte einander nähern, oder die Schienen verstärken. So hat man bei Lyon und Roanne einige Strecken der Eisenbahn dadurch verstärkt, daß man auf die Länge einer Schiene einen Stützpunkt mehr anbrachte.

Viertes Kapitel.

Von der Auswahl einer Eisenbahnlinie, — dem Verfahren beim Bau der Eisenbahnen im Allgemeinen, — ihren Dimensionen, — den Vorrichtungen zum Ausweichen, — den Drehscheiben, — dem Uebergang der Wege über dieselben, — den Einschnitten in das Terrain, — den Aufschüttungen, — den Straßenstollen und Brücken.

Auswahl einer Eisenbahnlinie.

Es giebt wenige Gegenstände in der ganzen Civilbaukunst, die so genaue Kenntnisse und Erfahrungen und so ausgedehnte Uebersichten von dem Handel und Verkehr zwischen verschiedenen Punkten erfordern, als die Auswahl einer Linie für Eisenbahnen und Kanäle. Wiewohl beide Fälle manches Aehnliche haben, so müssen doch die besondern Eigenthümlichkeiten eines Jeden berücksichtigt werden.

Vor allen Dingen ist eine genaue Kenntniß der Oberflächenverhältnisse der Gegend, durch welche die Eisenbahn gehen soll erforderlich und eben so auch eine Kenntniß ihrer geologischen Verhältnisse, d. h. der Gebirgsgesteine, aus welcher sie besteht. Erzlagerstätten, Steinkohlen, Kalk, Mergel, Bausteine ꝛc. erlangen, wenn sie in der Nähe einer Eisenbahn vorkommen, einen großen Werth.

Auch das Interesse des Ackerbaues darf nicht außer Acht gelassen, und es müssen bei Anlage der Eisenbahn wo mög-

lich solche Anordnungen getroffen werden, um den Vortheil der Landbesitzer, durch deren Besitzungen die Eisenbahn geht, zu befördern. Denn auf der einen Seite hat die Anlage einer Eisenbahn viel Unbequemes und Nachtheiliges für den Landbesitzer, weshalb es nöthig ist, dies durch Aufmerksamkeit auf jeden Umstand, der den Werth der Grundstücke zu erhöhen vermag möglichst zu kompensiren.

Bei der Berücksichtigung des Interesses eines Fabrikdistrikts, muß hauptsächlich die Zeit, als wichtigstes Element, bei allen gewerblichen Zwecken in Betracht kommen, und daher hat der Ingenieur besonders darauf Bedacht zu nehmen, daß die Eisenbahnlinie den möglichst kürzesten Weg nehme; er muß den Umstand berücksichtigen, ob es vortheilhafter oder unvortheilhafter sey, theure Einschnitte und Aufschüttungen bei gerader Linie zu machen, als dieselben bei Umwegen zu vermeiden. Er muß stets die wirklichen den scheinbaren Ersparungen vorziehen.

Um die Wahl einer Eisenbahnlinie zu erleichtern, insofern dies die Oberfläche einer Gegend betrifft, muß der Ingenieur wohl berücksichtigen, daß die Natur bei der Bildung der Berge, Hügel und Thäler sehr systematisch zu Werke gegangen ist, obgleich dies auf den ersten Blick durchaus nicht der Fall zu seyn scheint. Es sind aber die Unebenheiten der Erdoberfläche das Resultat der gleichförmigen Wirkung natürlicher Ursachen und man kann sie wirklich mit weit weniger Schwierigkeit verfolgen und beschreiben, als man anfänglich glaubt. Hat man eine bedeutende Strecke von Land aufzunehmen, so geben seine Ströme und Flüsse die sichersten Andeutungen von seinen Erhebungen und Vertiefungen; sie geben jede Veränderung des Falls an und dem erfahrnen Auge mit ziemlicher Genauigkeit.

Nachdem man auf diese Weise eine oberflächliche Uebersicht von der besten Richtung einer Eisenbahnlinie erlangt hat, schreitet man zu einer genauern Aufnahme und Nivellirung der Gegend, durch welche sie gehen soll. Herr Tredgold empfiehlt dies mittelst rechtwinklichen Linien zu

thun, da dies bei weitem zweckmäßiger als eine Triangulirung sey, indem man dadurch eine genaue Kenntniß von der Oberfläche der Gegend erlange. Er versucht es, vermittelst einer Abbildung, den Vortheil dieser Methode einleuchtend zu machen. Es sey A. B. Fig. 32 ein Theil von der projektirten Linie und CD die Breite der in der Aufnahme begriffenen Gegend. Man wähle in passenden, und von dem Wechsel des Niveaus abhängenden Entfernungen von einander Stationen a a a, darauf nivellire man die Hauptlinie AB und auch die Querlinien bbbb ꝛc. recht genau und trage die Resultate, wie Fig. 32 zeigt, auf den Grundriß der Straßenlinie. Ist die Entfernung zwischen zwei Punkten b beträchtlich, so ist vielleicht eine nachträgliche Linie in der Hauptrichtung erforderlich. Die schraffirten Linien zeigen die Form der Oberfläche auf den Linien AB, bb, bb, ꝛc. des Grundrisses und die leztern sind rechtwinkliche Durchschnitte auf AB. Es ist also leicht die Ausdehnung der Einschnitte oder der Aufschüttungen zu erkennen, die zu vermeiden sind, wenn man die Lage der Hauptlinie verändert. Ein Plan dieser Art ist sehr zweckmäßig.

Jedoch muß bei der Bestimmung einer Eisenbahnlinie auch noch hauptsächlich berücksichtigt werden, ob der Verkehr in einer von mehreren Richtungen derselben seyn wird. Ist er in denselben gleich, so wählt man die oberste.

Allgemeines Verfahren bei dem Bau einer Eisenbahn.

Zunächst werden die Steine zugehauen und die Löcher zu eisernen oder hölzernen Dübeln in dieselben gebohrt. Dieß geschieht entweder auf die bekannte Weise durch bergmännische Bohrer, indem dieselben mit der linken Hand auf den Stein gesezt und auf demselben, oder in dem nach und nach entstehenden Loche, nach und nach um ihre Peripherie gedreht werden und indem man mit dem, mit der rechten Hand gehaltenen Hammer, auf den Kopf des Bohrers schlägt; oder auch durch eine Steinbohrmaschine, wie sie, bei Anlage

der Nürnbergereisenbahn benutzt, in Fig. 42 und 43 abgebildet ist und deren Einrichtung aus dieser Abbildung ersichtlich ist. Die gebohrten Steine werden alsdann zur Stelle gebracht und die Schienenstühle darauf befestigt.

Nachdem nun die Dammarbeiten auf der Straßenlinie, von denen wir weiter unten reden werden, vollendet sind, wird die Mittellinie der Bahn vermittelst Pfählen bezeichnet, die 5 oder 6 Schienenlängen von einander abstehen. Die Pfähle werden von 80 zu 80 Ruthen mit der Libellenwaage abgewogen. An den Seiten jedes Pfahls, außerhalb der Schienenreihe, setzt man zwei andere Pfähle, deren Köpfe nach der Setzwage, mit den mittlern Pfählen in gleiche Höhe gebracht werden.

In den Linien der Schienen wirft man der Länge nach Gräben auf, um die Steine aufzunehmen. Den Boden muß man auf das Sorgfältigste zu befestigen suchen, welches durch Festrammen mittelst eines Rammklotzes wie Fig. 44 geschieht.

Zuerst setzt man diejenigen Steine welche unter die auf die Pfähle treffenden Stöße der Schienen zu liegen kommen; sodann die Steine unter den übrigen Stößen. Die Stellen derselben giebt die Mittellinie; ihre Höhe findet sich durch Steinsetzervisire, auf die Schienenstühle der zuerst gelagerten Steine gesetzt. Nachdem alle Steine unter die Schienenstöße gesetzt sind, giebt eine Schnur von dem Boden eines Schienenstuhls bis zu dem des nächsten ausgespannt, die Stelle und Höhe der zwischenliegenden Steine an. Auf der Nürnberger Bahn hat man wie Fig. 35 zeigt, von 300 zu 300 Fuß, sogenannte Normalsteine gelegt, die $6^3/_4$ Fuß lang sind, d. h. über die ganze Bahn gehen, gleiche Breite mit den übrigen ($1^3/_4$ F.) und eine Höhe von ebenfalls $1^3/_4$ Fuß haben, wogegen die übrigen nur 15 Zoll hoch sind. Sie dienen hauptsächlich zur genauen Bestimmung der Breite der Bahn, haben aber auch den Zweck, das Seitwärtsdrängen der Schienen durch die Räder der Fuhrwerke zu verhindern. Diese Vorsicht, durch welche die Breite der Bahn

erhalten wird, ist auf weichem Boden und auf aufgeschütteten Dämmen sehr nothwendig und wenig kostbar, weil man die Querstücke zugleich zu der vorläufigen Straße, zum Transport der Erde benutzen kann.

Hierauf werden die Schienen zur Stelle gebracht, auf einem ambulanten Amboß genau gerichtet und dann in die Schienenstühle gelegt und festgekeilt. Man muß dahin sehen, daß die Schienen genau auf dem Boden aller Stühle auf- und daß sie gleich hoch und gerade liegen.

Der Rest der Gräben wird nun mit Sand, Kies oder zerschlagenen Steinen ausgefüllt, die stark gegen die Tragsteine gestampft und mit dem in Fig. 44 dargestellten Rammklotz wiederholt festgerammt werden. Zuweilen hebt man auch, statt Gräben, den Boden in der ganzen Breite der Straße aus.

Es ist vorzüglich nothwendig, daß die Steine nicht wanken, und daß sie mit allen Punkten ihrer untern Fläche den Boden berühren. Bei Liverpool und auch bei Nürnberg hat man daher beim Setzen der Steine auf folgende Weise verfahren. Eine Art von Dreifuß, Fig. 45, 5½ Fuß hoch, diente zum Auflager eines 13 bis 16 Fuß langen Hebels. Am Ende des langen Arms desselben waren Zugseile geknüpft, wie bei einer Ramme, um den Hebel herunter zu ziehen. Am Ende des andern, kurzen Arms, des Hebels war eine Kette, die mittelst eines Hackens in dem schon am Steine befestigten Schienenstuhl griff. So hob man den Stein, welcher gegen 6 Ztr. wog auf, rammte mit ihm selbst, indem man ihn wieder fallen ließ, den Boden fest, der nun zugleich genau, die Gestalt der kleinen Unebenheiten der untern Fläche des Steins annahm. Man hat dieses Verfahren sehr gut befunden, weil man sich seiner bei Liverpool noch immer und bei Nürnberg noch neuerlich bediente, obwohl es scheint, daß dadurch die Befestigung des Schienenstuhls am Steine leiden müsse.

Zuweilen füllt man den Boden der Gräben unter den Schienen mit einem Bett von zerschlagenen Steinen, 9½ Zoll

hoch, aus, auf welches man die Tragsteine setzt. Durch dieses Verfahren erlangt man viele Festigkeit und der Abfluß des Wassers geschieht durch kleine Kanäle, von Strecke zu Strecke. Man hat ein solches Steinbett bei Leeds und Selby und bei Nürnberg (siehe Fig. 34, 36, 37 und 39) gemacht; aber es scheint, daß es nur auf weichem Boden angemessen sey. Die zerschlagenen Steine werden sich unter den Stößen der Wagen auf ähnliche Weise verhalten, wie unter den gewöhnlichen Fuhrwerken, sie werden sich zusammendrängen, in einander keilen, und also zuletzt weniger Raum einnehmen. Die Schienen müssen also sinken; aber da die Steine einander gleich vorausgesetzt werden können, so wird solches gleiförmig geschehen.

Setzt man die Schienenstühle auf Querstücke, so ist es schwieriger sie zu richten, weil das eine Ende des Querstücks verschoben wird, wenn man das andere Ende hebt, oder senkt. Dagegen läßt sich leichter der Parallelismus der Schienen erlangen.

Die Schienen dürfen nicht scharf zusammenstoßen; es muß zwischen zwei Schienenenden ein Spielraum von 1 bis $1^1/_2$ Linien bleiben, als so viel eine Schiene von $14^1/_2$ Fuß lang sich ausdehnen kann, wenn man annimmt, daß sie bei 0° Wärme gelegt wird und die größte Sonnenwärme nicht über 32° Reaum. steigt. Der Zwischenraum darf aber, verdoppelt, nur je bei der zweiten Schiene gelassen werden, und die Schieneu können paarweise einander unmittelbar berühren. Aber nicht weiter dürfen die Zwischenräume von einander entfernt werden, weil sonst die Schienen nicht frei genug auf den Stühlen würden gleiten können.

Zuweilen neigt man die Oberfläche der Schienen ein wenig gegen einander, um die Wagen um so besser in die Bahn zu drängen. Diese Neigung ist insbesondere den koniſchen Rädern angemessen.

Die Stöße der Schienen in den beiden Linien können auf verschiedene Weise angeordnet werden. Bei Liverpool, scheint es, habe man anfänglich die Stöße der einen Linie

den Mitten der Schienen in der andern Linie gegenüber gelegt. Dies hat sich aber durch die allmähligen Ausbesserungen und Erneuerungen der Schienen verändert. Bei Lyon, bei Nürnberg ꝛc. sind die Schienenstöße einander gegenüber gelegt worden. Bei der ersten Art kann ein Stoß nie von mehr als einem Rade getroffen werden; bei der zweiten Art werden zwei Stöße zugleich getroffen; aber der Parallelismus der Schienen läßt sich bei der zweiten Art besser erhalten, weil ein Querstück zwei Stöße und folglich 4 Schienen auf einmal verbindet.

Breite der Eisenbahnen, und Ausweichstellen.

Die Breite der Bahnen hängt von der Breite der Wagen ab, nemlich von der Entfernung der äußern Seiten der Radränder von einander, zu welcher noch $^3/_4$ Zoll Spielraum kommen muß.

Die Breite der folgenden Eisenbahnen, von der Mittellinie der einen Schienenreihe bis zur Mittellinie der andern gemessen, beträgt:

von Leeds nach Midleton	4	Fuß 2	Zoll
zu Sunderland	4	„ $5^1/_2$	„
von Redruth nach Restrongett	3	„ $10^1/_4$	„
von Darlington nach Stockton	4	„ $8^1/_2$	„
von Liverpool nach Manchester	4	„ $8^1/_2$	„
von Canterbury nach Whitestable . . .	4	„ 10	„
von Leeds nach Selby	4	„ 9	„
Die Bills über die neuesten Eisenbahnen in England bestimmen für die Breite zwischen den Schienen wenigstens . . .	4	„ $6^1/_4$	„
für die Breite außerhalb den Schienen, höchstens	4	„ $11^1/_4$	„
von St. Etienne nach Andrèzieux . . .	4	„ 9	„
von Lyon nach Roanne	4	„ $9^1/_3$	„
bei Epinac	4	„ 10	„
bei Denain	4	„ $9^1/_3$	„
bei Nürnberg	5	„ —	„

Wenn eine Eisenbahn einfach ist, oder nur zwei Reihen Schienen hat, so müssen Verdoppelungen vorhanden seyn, wo die sich begegnenden oder die mit verschiedener Geschwindigkeit fahrenden Wagen einander ausweichen können. Die Entfernung der Ausweichstellen (Siding or passing places) von einander, richtet sich nach der Frequenz der Straße, die Länge der Ausweichstellen nach der Länge des Zuges der aneinander gehängten Wagen. Die Länge der Ausweichstellen zusammen beträgt den 17ten bis 8ten Theil der Bahn, und wo die Passage frequent ist, auch wohl noch mehr. Auf Bahnen wo mit Dampfwagen transportirt wird, muß in der Ausweichung wenigstens der Raum für den Dampfwagen und alle (20—24) angehängte Wagen seyn. Der Raum zwischen der Haupt- und der Neben- oder Ausweichbahn beträgt gewöhnlich nur 4 bis 5 Fuß. Bei der Darlington-Bahn sind so viel Ausweichplätze in der Hauptlinie angebracht, daß man immer von einem zum andern sehen kann, und ein eigenes Reglement bestimmt, welche Wägen bei dem Begegnen in der Hauptbahn bleiben, und welche in den Ausweichplatz fahren müssen. Fig. 46 zeigt den Grundriß der Hälfte eines Ausweichplatzes, es sind auf demselben die verschiedenartigen Schienenstücke (Radlenker-Switchs) a b, c d und e f, welche in den Fig. 47, 48 u. 49 in größerm Maaßstabe dargestellt sind, bemerklich; Fig. 52 stellt den Durchschnit von Fig. 47 nach der Linie k l dar, Fig. 53 den Durchschnitt von Fig. 49 nach der Linie m n. Das Geleise in Fig. 52 hat 2 bis $2^1/_2$ Zoll Breite und zur Aufnahme der Spurkränze der Räder $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ Zoll Tiefe.

Die Schienenstücke c d und e f sind Zungen von Schmiedeeisen, welche um die Punkte c und e beweglich sind und geöffnet und geschlossen werden, je nachdem der Wagen sich bewegen soll. Findet die Bewegung des Wagens in der Richtung von A nach B statt, so wird die Zunge c d geöffnet, die Zunge e f bleibt aber geschlossen. Bei der Fahrt von C nach A bleibt c d geschlossen und e f wird geöffnet. Bewegt sich der Wagen von B nach A, so schließt der Wagen

die Zungen durch den Spurkranz der Räder nach Bedürfniß. Bei der Bewegung von C nach A, ſchließt der Wagen die Zungen von ſelbſt. Hieraus iſt erſichtlich, daß nur allein bei der Bewegung des Wagens von A nach B der Wagenführer nöthig hat, auf die Lage der Zungen zu achten, und wenn ſie für die Richtung, welche der Wagen nehmen ſoll, nicht paſſen, abzuſteigen und die beweglichen Zungen zurecht zu legen. Es iſt aber nöthig, daß die Zungen immer ſo liegen bleiben, daß die Hauptbahn geöffnet iſt. Um die Zungen in ihrer Lage zu erhalten, werden keilförmige Eiſenbleche O, von 4 bis 6 Zoll Länge und ½ Zoll Stärke, welche an kleinen Kettchen befeſtigt ſind, zwiſchen einem auf der Schiene angegoſſenen Vorſprung und die Zungen eingeſchoben.

Zur Verhinderung des Anſtoßens der Spurkränze der Wagenräder an die Spitze i, ſind auf jeder der äußern Seite die Leit- oder Einweiſeſchienen (check rails) g h angebracht, die häufig aus Holz beſtehen und mit Eiſen beſchlagen, gewöhnlich 6 Fuß lang ſind:

Um die Zunge bei F, wenn ein Wagen von B nach A gefahren iſt, von ſelbſt zu ſchließen, wodurch die Hauptbahn zur Paſſage frei wird, hat man die in Fig. 54 dargeſtellte mechaniſche Vorrichtung angebracht: a iſt die feſte Schiene, f die bewegliche Zunge; iſt f durch die Bewegung des Fuhrwerks von B nach A zur Seite geſchoben, ſo wird dieſe Zunge durch den Winkelhebel b c d wieder an die Schiene gedrückt. Man hat noch mehr Vorrichtungen der Art.

Bei Liverpool ändert man die Richtung auf eine Weiſe, welche noch beſſer zu ſeyn ſcheint. Es dreht ſich nemlich ein Theil der Schienen ſelbſt um einen Mittelpunkt und legt ſich nach Erfordern in die eine oder in die andere Richtung der Bahn. Die beweglichen Theile der Schienen ſind ohngefähr $5^{3}/_{4}$ Fuß lang, und etwa 4 Zoll von ihrem Ende geht eine Stange hindurch, welche ſie zieht oder treibt. Dieſe Stange endigt ſich an der Seite der Bahn in ein horizontales Rechteck von $7^{2}/_{3}$ Zoll breit und $15^{1}/_{3}$ Zoll lang, in welchem ſich ein excentriſches Stück bewegt, deſſen ver-

tikale Are nach Belieben vermittelst eines 3 Fuß 2 Zoll langen Hebelarms gedreht wird. Dadurch können die Enden der Schienen etwa um $3^4/_5$ Zoll verschoben werden: Das Ganze Fig. 60 und 61 ist von geschmiedetem Eisen. Fig. 62 stellt eine andere Einrichtung des excentrischen Stücks auf dem Schienenwege bei St. Helens-Runcorn vor.

Wenn die Geschwindigkeit der Fuhrwerke sehr groß ist, so daß zu fürchten, die Ränder der Räder bei den Lenkern würden über die Schienen springen, so legt man zur Sicherheit große hölzerne Lenker hin, gegen welche sich die Felgen der Räder auf die Weise stemmen, wie die Ränder der Räder gegen die Schienen. Diese großen Lenker sind $12^3/_4$ bis 16 Fuß lang und bewegen sich auf einem Holz, dessen obere Fläche mit dem Terrain gleich hoch ist. Sie springen über dieses Stück $4^1/_4$ bis $5^3/_4$ Zoll vor, gegen welchen Vorsprung sich die Radfelgen legen (Fig. 63 a—c). Man bewegt die hölzernen Radlenker besonders.

Die hier beschriebenen Vorrichtungen werden auch da angewendet, um bei Doppelbahnen, von einer zur andern zu kommen; jedoch brauchen die Tangenten der alsdann zu machenden Biegungen nicht nothwendig in die Richtung der Hauptlinie zu fallen. Es ist hinreichend, wenn der Winkel des Zusammenstoßens der Linien die Wagen nicht zu plötzlich aus ihrer Richtung lenkt und wenn das Rechteck, welches die geraden Linien zwischen den Berührungspunkten der vier Räder eines Wagens zur Seite hat, überall in die horizontale Projektion der zusammenstoßenden Bahnlinien eingeschrieben werden kann. Der Winkel kann nach dieser Regel 3 bis 6 Grad betragen.

Bei den Abgangs- und Ab- und Aufladeorten müssen Nebenbahnen nach den Standorten der Wagen außerhalb der Hauptbahn gebauet werden.

Ist der Verkehr auf einer Eisenbahn sehr stark, so müssen zwei Bahnen angelegt werden, die eine für die gehenden und die andere für die kommenden Fuhrwerke. Der Zwischenraum zwischen beiden Bahnen hängt von der Breite der

Ladung der Bahnwagen ab. Es beträgt die Entfernung der Mittellinie des Zwischenraums von der Mittellinie jeder Bahn:

auf der	von	Darlington	nach	Stockton	4 Fuß $^1/_6$ Zoll
= =	=	Liverpool	=	Mancheſter	5 = $2^1/_2$ =
= =	=	Leeds	=	Selby	6 = $3^2/_3$ =
= =	bei	Sunderland			3 = $6^4/_5$ =
= =	von	Lyon	nach	Roanne	3 = $2^1/_3$ =
= =	bei	Epinac			3 = $2^1/_3$ =

Drehſcheiben.

Die von einer Hauptbahn abgehenden Seitenbahnen werden entweder in ſanft gekrümmten Bogen angelegt, wie in Fig. 59, oder wo dieſe wegen fehlenden Raums nicht angebracht werden können, beſonders bei kurzen Nebenbahnen, welche z. B. an das Ufer der Flüſſe zu den Abladeplätzen, oder von den Waarenhäuſern zur Bahn führen, wendet man ſogenannte Drehſcheiben an. Fig. 64 und 65 zeigen die Verbindung eines Seitenarms mittelſt einer ſolchen Scheibe (auf der Liverpool-Mancher Eiſenbahn) deren Mittelpunkt den Treffpunkt beider ſich ſchneidenden Bahnen bildet, und die ſo groß iſt, daß ein Dampf- oder ein Laſtwagen (die Perſonenwagen kommen nicht in dieſe Häuſer) jeder einzeln bequem darauf ſtehen kann. Die Oberfläche der Scheibe liegt mit der des Wegs in einer Ebene und ſind auf derſelben 2 Schienen a b, a b befeſtigt, welche mit denen beider Bahnen genau einerlei Höhe und Entfernung haben. Iſt die Scheibe ſo geſtellt, daß die darauf befindliche Bahn mit der ſtehenden korreſpondirt, ſo können die ankommenden Wagen entweder über ſie weiterfahren, oder, wenn eine in den Seitenarm gehen ſoll, darauf ſtill geſtellt werden, worauf die Scheibe ſo weit gedrehet wird, daß die Schienen derſelben mit denen des Seitenarms eine Linie bilden, und der Wagen auf letzterm weiter fährt. Soll derſelbe, oder eine Maſchine, denſelben Weg zurückgehen, den ſie gekommen, ſo wird die Scheibe halb umgedreht, wonach die Schienen wieder dieſelbe Rich-

tung annehmen, sich aber mit den entgegengesetzten Enden berühren. Die Konstruktion dieser Scheiben ist folgende: im Treffpunkt der Mittellinie beider sich kreuzenden Schienenbahnen, ist in einem gehörig verbundenen Quaderstein Fig. 66 ein aufrecht stehender Zapfen eingelassen. Um denselben ist ein mit dem Umfang der Scheibe harmonirender, in der Oberfläche glatt gearbeiteter, platter Ring koncentrisch eingelassen. Auf dem Zapfen in der Mitte dreht sich eine gußeiserne Haube, welche den Mittelpunkt eines durch 8 Speichen mit ihr verbundenen Kranzes bildet. Auf demselben und der Armen sind in 2 Reihen 6 Schienenstühle, ähnlich denen auf dem Wege angegossen, in welchen zwei Schienenstücke mit Keilen so befestigt sind, daß die Spurweite genau mit der Bahn übereinkommt. Die genaue Höhenlage dieser Schienen wird durch die Länge des Zapfens bedingt, dieselben werden auch an den Enden, nach der Rundung der Scheibe abgearbeitet, während dasselbe mit den Enden der unbeweglichen Schienen geschieht, wodurch ein genauer Schluß bewirkt wird. Um den festen Rand der Scheibe zu sichern und sie doch bequem drehen zu können, sind unter dem Umfang derselben 8 Frictionsrollen angebracht, die sich auf der Oberfläche des eingelassenen platten Rings drehen, und in gußeisernen Laschen befestigt sind, welche sich auf der Unterseite der Scheibe befinden. Zur Feststellung der Scheibe bei der Korrespondenz mit der einen oder der andern Bahn ist ein Klinkhaken angebracht, der vor der Drehung leicht aufgehoben werden kann und von selbst einfällt, wenn die Scheibe denjenigen Stand erreicht, wobei die Schienen auf derselben mit denen der einen oder andern Bahn einerlei Richtung haben. Damit kein Schmutz auf die Friktionsräder gelangen, man auch bequem über die Scheiben gehen kann, ist das Fig. 66 gezeichnete Gerippe mit starkem Eisenblech abgedeckt, zu dessen Aufnahme die Arme und der Kranz mit den gehörigen Vertiefungen und Nietlöchern versehen sind.

Um ohne Umstände das Gewicht der verschiedenen Ladungen ermitteln zu können, werden auf

den in die Liverpooler Waarenlager führenden Seitenarmen, Decimalwaagen von bekannter Einrichtung angelegt, so daß ein Stück der Bahn selbst die Lastscheibe bildet, während in einem daneben befindlichen Verschlag die Gewichte in einen an der Hebelverbindung befindlichen Kasten eingesetzt werden. Durch den Druck auf einen andern Hebel können aber auch die beweglichen Bahnenstücke festgestellt werden.

Durchschneiden der Chausseen und Wege durch die Eisenbahnen.

Die Eisenbahnen durchschneiden sehr häufig Wege und Chausseen und kann man unter diesen Umständen:

1) Die Bahn mittelst einer Brücke über die Chaussee, oder mittelst einer Tagestrecke (Tunnel) unter dieselbe;
2) die Chaussee mittelst einer Brücke über die Eisenbahn oder mittelst einer Tagestrecke unterhalb die Bahn verlegen, oder
3) in gleicher Höhe Chaussee und Eisenbahn sich durchschneiden lassen,

je nachdem die eine oder die andere Verfahrungsweise den Umständen gemäß am zweckmäßigsten erscheint.

In Fig. 55 ist das Durchschneiden einer Straße in gleicher Höhe mit der Eisenbahn, im Grundriß und in Fig. 56 im Durchschnitt dargestellt. Die Schienen werden auf gewöhnliche Art auf Tragsteinen, welche in die Straße versenkt sind, in den Stühlen befestigt, und auf der innern Seite der Schiene aber ein Falz oder eine Oeffnung von 2 Zoll Tiefe und $1\frac{1}{2}$ Zoll Breite für die Spurkränze gelassen; damit jedoch diese Oeffnung sich gehörig erhalte, wird auf der andern Seite derselben in paralleler Richtung zur Schiene ein hinlänglich starkes, mit Eisen beschlagenes Stück Holz (a b Fig. 55) oder auch eine zweite Schiene eingelegt. Auf diese Weise können nunmehr alle Wagen ohne Anstand über die Straße fahren, so wie auch die Bahnwagen in ihrer Spur fortlaufen und nur erfordert wird, daß die Oeffnung von Zeit zu Zeit gereinigt werde.

Zur Vermeidung dieser Mühe ist bei der Liverpool-Manchester Eisenbahn folgende Construktion eingeführt worden. Es wird der Länge nach unter jeder Schiene ein gewölbter Kanal in solcher Weite angelegt, daß ein Knabe durchkriechen und ihn reinigen kann. Der Kanal ist immer auf 18 Zoll Länge oben geschlossen, wie Fig. 57, dann aber wieder auf 18 Zoll Länge oben offen wie Fig. 58. Die Schienen a b von hinlänglicher Stärke sind an Quadersteine befestigt und halten durch kleine Quereisen 0,0, die Bahnschiene c in der gehörigen Entfernung, und zwar so, daß die leichte Oeffnung zwischen den Bahnschienen c und den Schienen a, b immer $1^1/_4$ Zoll beträgt.

Der Straßenkoth kann, wo das Gewölbe offen ist, sogleich in den unterirdischen Kanal fallen, an den Stellen aber, welche geschlossen sind, befindet sich auf der Mitte des Gewölbes ein Lager, welches die Bahnschienen und die Schienen a b aufnimmt. Der Falz für den Spurkranz ist hier auch vorhanden, und da da der letztere die Unreinigkeiten auf 18 Zoll Weite leicht fortschieben und bis zur nächsten Oeffnung des Gewölbes bringen kann, so erhellet, daß durch diese Einrichtung das Reinigen der Felge fast ganz beseitigt wird.

Einschnitte in das Terrain, und Aufschüttungen.

Die Dammarbeiten, Aufschüttungen und Einschnitte bei einer Eisenbahn sind denen zu einer Chaussee ähnlich, obgleich sie auch manches Eigenthümliche haben. Die richtigen Regeln für den Bau der Chausseedämme müssen wir hier als bekannt voraussetzen und können nur wenig davon erwähnen.

Da das Wasser, in beiden Fällen, rechts und links zur Seite geschafft werden muß, und solches bei der Schienenbahn fast noch nothwendiger ist, als bei der Chaussee; so macht man an den eingeschnittenen Stellen, am Fuße der Böschungen, kleine Gräben (Fig. 67, 68, 69, 70, 71, 72,

74). Sie sind oben $2^1/_4$ (bei Leeds und Selby) bis zu $3^1/_4$ Fuß (bei Liverpool und Darlington) breit, und müssen so tief seyn, daß das Wasser, welches darin stehen bleiben könnte, immer tiefer stehe, als die untere Fläche der Schienen-Tragsteine. Im Allgemeinen richtet sich die obere Breite, der Böschung wegen, nach der Tiefe der Gräben und läßt sich daher nicht vorher bestimmen. Auf der Liverpool-Bahn sind die Gräben $3^1/_4$ bis $4^3/_4$ Fuß von der äußern Schienenreihe entfernt.

Die Breite des Banketts d. h. die Entfernung der Böschung der Aufschüttungen von der äußern Schienenreihe, beträgt bei der Liverpool-Bahn $4^3/_4$ Fuß. Diese Breite scheint vollkommen hinreichend zu seyn, um allen Erschütterungen von der Bewegung der mit größter Geschwindigkeit fahrenden Wagen zu widerstehen, auf der Bahn von Lyon beträgt sie nur $2^1/_4$ Fuß und auf den Dämmen mehrerer steiler Bahnabhänge in England, über welche täglich 3 bis 4 hundert Wagen fahren, sind die Banketts nicht breiter als 2 Fuß, und auch an mehreren Stellen in der Ebene nicht (Fig. 73).

Sehr merkwürdig sind die auf der Liverpool-Manchester Bahn ausgeführten Dammarbeiten, so daß wir nicht umhin können sie etwas näher zu betrachten.

Gleich beim Beginn der Erdarbeiten wurden bewegliche Schienenwege angelegt und die zugehörigen Wagen angeschafft, mittelst welchen alle Materialientransporte längs der ganzen Linie bewirkt worden sind. Diese beweglichen Schienenbahnen bestanden aus Querschwellen mit aufgenagelten gußeisernen Stühlen, in welche gewalzte Schienen mittelst Keilen leicht befestigt und gelöst werden konnten. Die auf solchen beweglichen Bahnen gebräuchlichen Wagen werden weiter unten beschrieben werden; bei den hier gebrauchten bestand der Kasten aus Eisenblech. Die Transportweiten des Materials erstreckten sich von einigen Yards bis zu 3 und 4 engl. Meilen, und ein nicht unbedeutender Theil mußte mit Maschinen aufgezogen werden, theils weil die Brücken

nicht vollendet waren, theils um das festeste Material auf die Oberfläche zu bekommen.

Nachdem nemlich die Aufschüttungen aus dem Rauhen bewirkt waren, hat man die Oberflächen befestigt, um dieselben gegen Beschädigungen und Regengüsse zu schützen, hauptsächlich aber, um den Unterstützungen der Schienen ein sicheres Lager zu verschaffen und das Sinken einzelner Schienen zu verhindern. Diese Befestigungsdecke ist 2 Fuß stark, von den aus den Felsdurchbrechungen gewonnenen Steinen, mit Sand vermischt, aufgeschüttet und festgewalzt. Darin sind die Steinblöcke und Querschwellen zur Unterstützung der Querschwellen eingelassen. Die Böschung aller Anschüttungen ist beiläufig einfüßig, die der Ausgrabungen aber $1^1/_2$ füßige, wo sie nicht in den Felsen eingesprengt, oder zur Verminderung der kostbaren Grundentschädigung mit Futtermauern eingefaßt sind, was übrigens an den meisten Stellen der Fall ist.

Die hohen Anschüttungen durch die verschiedenen Thäler und Niederungen hatten sich im September 1830 noch nicht völlig gesetzt, und man mußte sie daher an mehreren Stellen wieder erhöhen. — Die ganze Masse der Ausgrabungen beträgt gegen $1^1/_3$ Millionen Schachtruthen durch Schiefer, Sandstein, Erde, Mergel und Sand.

Die Möglichkeit der Führung des Schienenwegs über das Chat-Mos, ein Moor unweit Manchester, am Irwellfluß, war bei den Parlamentsverhandlungen ernstlich zur Sprache gekommen, und von Vielen bezweifelt worden, welche mit der Beschaffenheit dieses Sumpfes, der an mehreren Stellen 30 bis 35 Fuß tief und so flüssig ist, daß eine aufrecht eingesteckte eiserne Stange, durch ihr eigenes Gewicht bis auf den Grund einsinkt, bekannt waren. Der Anfang der Arbeiten wurde damit gemacht, in diesem Moor breite Gräben zu ziehen, in welchen sich Wasser sammeln konnte, während das daraus gewonnene Material auf die Basis des neuen Weges geschüttet wurde. Bei dieser Arbeit bediente man sich ebenfalls beweglicher Schienenwege, die

sich aber von denen zu den übrigen Erdarbeiten angewendeten dadurch unterschieden, daß die Querschwellen auf untergelegten Langhölzern ruhten, deren Querschnitt ein rechtwinkliches Dreieck bilden, dessen größte Seite als die meiste Fläche darbietend, auf das Moor gelegt wurde, so daß die Bahnen gewissermaaßen als schwimmende zu betrachten waren. Von den übrigen Stationen des Wegs wurden nun Steine, Erde und Sand angefahren und damit der Weg aufgehöhet. Große Schwierigkeiten machte der Theil des Moors welcher etwa $^1/_2$ Meile vom östlichen Ende desselben entfernt liegt, wo eine Aufschüttung von 20 Fuß über dem natürlichen Boden angelegt werden mußte. Das ungeheure Gewicht eines solchen Körpers, der auf eine halbflüssige Unterlage erbaut werden mußte, drückte diese natürlich seitwärts weg, und so verschwanden viele Tausend Kubikyard Material in den Grund, bis daß die Anschüttung allmählig fester wurde wobei der seitwärts aufgedrückte Schlamm als Gegengewicht diente und die zu große Verbreitung der anzuschüttender Grundfläche verhinderte. Mit Beharrlichkeit wurde immer fortgefahren jede einzelne Senkung immer auszugleichen, bis der Körper endlich Konsistenz genug erhielt, um mit Sicherheit die Schienen darauf legen zu können: Vom Moor selbst wurden fast $^3/_4$ Millionen Kubikyards ausgegraben, welche aber, nachdem sie aufgeschüttet und vom Wasser befreiet waren, nur $^1/_3$ an fester Masse zurückließen. Diese Schwiekeiten fanden sich schon bei weniger tiefen Stellen des Moors, weßhalb man später die Durchschüttung aufgab und einen Faschinenbau anlegte, auf welchem fast unmittelbar die Querschwellen zur Unterstützung der Schienen ruhen. Dieser Faschinenbau ist aber keineswegs (wie bei Wasserbauten) bis auf den Grund gesenkt, was wegen Mangel an Belastung auch nicht anging, sondern bildet nur eine Zwischenlage, so daß diese Strecke des Weges eigentlich schwimmt. — Ein Sinken derselben wird daher nie ganz aufhören, und somit immerwährende Reparaturen veranlassen, welche eben so störend als kostspielig sind. Vierzehn Tage nach Eröffnung

des Weges war diese Strecke fast bis zum Niveau des Sumpfs gesunken und mußte erhöhet werden. — Durch das kleinere, bis 20 Fuß tiefe Parr-Moos, unweit St. Helens ist der Weg ganz durch bis auf den Grund geschüttet, weil hier das Material viel leichter zu haben war. Diese Anschüttung ist im Durchschnitt 4—5 Fuß über das sie umgebende Moor erhöhet, also im Ganzen 24 bis 25 Fuß hoch.

Auf der Liverpooler Straße hat man ursprünglich die Böschungen des 48 Fuß hohen Dammes bei Roby konvex gemacht, mit $4^3/_4$ Fuß Erhebung auf $44^1/_2$ Fuß Sehne (Fig. 75). Man hat aber später die Erde an einigen Stellen, mit einem im Profil geradlinigten Steinpflaster bedecken müssen, welches die Höhlung der Kurve ausfüllt. An andern Stellen hat sich die ursprüngliche Gestalt der Böschung noch erhalten.

Auf der Straße von Leeds nach Selby hat man einem 51 Fuß hohen Damm nur 32 Fuß Böschung gegeben und die Erde mit trocknem Mauerwerk, unten $6^1/_3$ Fuß dick, bekleidet. Die Kühnheit dieser Anordnung scheint uns nicht gerechtfertigt, da die Aufschüttung hier noch ganz ungewöhnliche Erschütterungen zu erleiden hat; auch nicht in Rücksicht des Raums oben zwischen der äußern Schienenreihe und dem Rande der Böschung, der selbst dann zu groß ist, wenn man, wie man es sich vorbehalten hat, vier Reihen Schienen legen will, denn die Breite beträgt über 11 Fuß.

Wenn man die Ungleichheit und die lange Dauer des Setzens hoch aufgeschütteter Erde erwägt, so läßt sich, wie wir auch aus den oben angeführten Beispielen ersahen, erwarten, daß Schienenstraßen auf solchen Dämmen, weil die Schienen dem Setzen folgen, nur erst nach oft wiederholter Herstellung fahrbar bleiben können. Der Schienenweg kann hier auch nicht anders reparirt werden, als wenn die Fahrt unterbrochen oder verlegt wird. Deßhalb scheint es auch gut, die Krone hoher Dämme so breit zu machen, daß neben der Hauptbahn Hülfsbahnen gelegt werden können.

Stellen über und unter der Erde.

Eine Eisenbahn kann, wie wir schon im zweiten Kapitel des Werks erwähnten, durch Berge oder auf Brücken, über Thäler gehen müssen. Wir können hier nur im Allgemeinen von dem Betrieb der Straßenstollen und dem Bau der Brücken reden, da ersterer eigentlich in das Gebiet der Bergbaukunde, letzterer in das der gewöhnlichen Architektur gehört und es zu weit führen würde, von beiden speciel zu reden.

Die unterirdischen Stellen von Schienenwegen unterscheiden sich von Kanälen wesentlich darin, daß man die Kanäle eher unter als über die unterirdischen Gewässer legen muß, während es sich bei Schienenwägen umgekehrt verhält; und wenn man die Gewässer nicht vermeiden kann, so muß man sie so weit abzuleiten suchen, daß sie nicht über die Grundfläche der Schienentragsteine steigen können:

Der Betrieb des Schienenstollens oder der Tagestrecke (Tunnel) unter der Stadt Liverpool, wurde in acht verschiedenen Abtheilungen unternommen, welche mit der Erdoberfläche durch sieben ausgemauerte Schächte, in Verbindung gebracht waren, durch welche die Berge gefördert und die Baumaterialien eingebracht wurden. Die ganz genaue Verbindung und gleichförmige Richtung dieser unzusammenhängend getriebenen Strecken war von großer Wichtigkeit und erforderte die äußerste Vorsicht und Genauigkeit, die aber auch mit dem besten Erfolge gekrönt wurde, indem bei den allmähligen Durchbrechungen aus einem Ort in das andere (Gegenort) d. h. aus einer Abtheilung der Tagestrecke in die andere, Richtung, Höhenlage und Neigung so genau stimmten, daß das vollendete Ganze wie aus einem Guß erscheint. An einigen Stellen besteht das Gebirge aus einem mit Wasser gesättigten blauen Schiefer, an andern gar aus nassem flüssigem Sand (sogen. schwimmenden Gebirge), welche bei dem Betrieb des Tunnels große Schwierigkeiten machten und sehr künstliche Unterstützungen erforderten, bis die Ausmauerung vollendet war. — Der durch festes Gestein getrie-

bene Theil des Tunnels hat zwar ebenfalls viel Arbeit gekostet, doch bedurfte er weder vorläufiger Absteifungen noch Mauerung, da das Gestein selbst ein festes Gewölbe bildet. Ueberall wo im Tunnel eine Ausmauerung erforderlich war, besteht dieselbe aus eigends dazu gefertigten Ziegelsteinen. Der Mörtel, dessen man sich dazu bediente, wurde aus Kalk mit pulverisirtem rothen Sandstein vermischt in Mörtelmühlen bereitet.

Außer diesem größern 6400 rheinl. Fuß langen Tunnel, geht unter der Stadt Liverpool noch ein anderer kleinerer, nur 847 Fuß langer hindurch, auch hat die Bahn noch mehrere bedeckte Wege (culverts).

Ein Tunnel für einen Schienenweg mit einer einfachen Bahn ist breit genug, wenn 19 bis 23 Zoll Raum an jeder Seite zwischen der Wagenladung und der Wand und oben 27 Zoll Raum zwischen der Wagenladung und der Decke bleiben. Fig. 77 stellt den Straßenstollen von Preston in England und Fig. 76 den von St. Etienne in Frankreich vor.

Ist der Straßenstollen zur Personenfahrt bestimmt, so sind wenigstens $3^1/_4$ Fuß Raum zwischen den Wänden der Personenwagen und den Gewölbeniederlagen nöthig (Fig. 78). Der neue Straßenstollen unter Liverpool, durch welchen blos Personenwagen fahren, ist für zwei Bahnen $23^1/_4$ Fuß breit, welches 3 Fuß $2^1/_2$ Zoll Raum zwischen dem Wagen und den Wänden giebt (Fig. 79). Eine Höhe von $12^3/_4$ Fuß vom Boden des Stollens bis zum Gewölbe, ist für die Passage von Personenwagen hinreichend. Wenn aber Dampfwagen durch die Tunnels fahren sollen, so muß Raum für die Schornsteine derselben vorhanden seyn, welche 12 Fuß über den Schienen hoch sind.

Die nemlichen Maaße würden auch für Brücken zureichend seyn, welche gewöhnliche Straßen über einen Schienenweg führen. Bei der Liverpooler Straße sind jedoch dergleichen Brücken in der Regel 32 Fuß im Lichten weit und 19 Fuß bis zum Gewölbe Schlußstein hoch. Fig. 80 ist die

Ansicht einer Brücke unter, Fig. 81 die einer Brücke über den Weg.

Die Brückenstraßen können von Stein, von Holz oder von Eisen gebauet werden; auch auf Hängebrücken. Die Breite zwischen den äußern Schienen und dem Geländer beträgt auf denselben $2^1/_4$ Fuß bis $8^1/_2$ Fuß. Aber $4^3/_4$ Fuß Breite wie bei Newton und Sankey auf der Liverpooler Straße sind vollkommen hinreichend. Diese Brückenstraßen bei Newton und Sankey sind von Steinen erbauet, die erstere ist in Fig. 82 abgebildet und die zweite ist eben konstruirt, nur ist bei ihr der Damm nicht bis zur Stirnmauer fortgesetzt, sondern es fahren die Personenwagen bis dahin über eine hölzerne, 100 bis 130 Fuß lange Brücke.

Die Brücke über den Irwell bei Manchester besteht aus zwei elliptischen Bögen von 65 Fuß Weite, welche gegen 2 Stirn und einen 10 Fuß starken Mittelpfeiler gespannt sind. Der Schienenweg mußte, um in dem dicht am Wasser liegenden Hof der Manchesterschen Waarenhäuser zu gelangen, in schiefer Richtung über den Fluß geführt werden, wobei aber um weder die Schifffahrt, noch den Wasserabfluß zu stören, die Pfeiler und die Widerleger mit dem Stromstrich parallel erbauet werden mußten. Aus diesem Grunde wurden beide Gewölbe schief, so daß nicht nur alle Gewölbsteine in den Ansichten schräg, sondern auch die Anlagen der Bögen keilförmig bearbeitet werden mußten. Ganz in ähnlicher Art, und ebenfalls mit nur einem schiefen Bogen ist die Brücke bei Rainhill erbauet.

Man findet auch auf der Straße von Roanne eine Brückenstraße mit hölzerner Decke auf Pfeilern und Stirnmauern von Stein ruhend, und eine ganz hölzerne Brückenstraße bei Preston. Um die Eisenbahn von St. Helens über die von Liverpool hinweg zu führen, hat man eine Brückenstraße ganz von Gußeisen erbauet, die den Schienenweg unter ihr nicht im rechten Winkel schneidet. Endlich findet man bei Stockton eine Kettenbrücke von 239 Fuß Oeffnung, in der Linie der Schienenbahn von Darlington. Die Wagen fahren

am linken Ufer von einem Punkte ab, der höher liegt, als die Brückenbahn. Der Wirkung der Schwere überlassen, passiren sie die Brücke und steigen auf das andere Ufer wieder hinauf. Da ein Anhängepunkt fehlte, so hat man die Brückenbahn durch fünf Joche mit Holmen und Streben unterstützt. Aber man darf daraus nicht schließen, daß Bahnwagen über Kettenbrücken nicht fahren dürften.

Fünftes Kapitel.

Von den zum Transport auf Eisenbahnen angewendeten Wagen.

Aus den weiter oben angegebenen Mitteln, welche angewendet werden, um die Wagen aus einer Eisenbahn in eine andere übergehen zu lassen, geht hervor, daß es mit Schwierigkeiten verbunden seyn müsse, sie von vorn nach hinten umzudrehen, indem sie durch die Spurkränze ihrer Räder auf den kaum ½ Zoll breiten Schienen festgehalten werden, ausserhalb welcher es unmöglich wird, sie ohne eine beträchtliche Vermehrung der bewegenden Kraft in Bewegung zu setzen. Die Eisenbahnwägen müssen daher eine solche Einrichtung haben, daß sie sich mit gleicher Leichtigkeit vor- oder rückwärts bewegen lassen; der vordere und der hintere Theil der Wägen müssen sich daher ähnlich seyn. Außerdem müssen sie kein bewegliches Vordergestell haben, wie es bei dem gewöhnlichen Fuhrwerk der Fall ist, weil dieser bewegliche Theil zuleicht aus der Bahn springen würde. Die Kästen müssen auf zwei parallelen und durch ein ganz unnachgiebiges Gestell verbundenen Aren aufruhen, damit die Räder nicht bei dem geringsten Hinderniß, auf welches sie stoßen, aus der Bahn zu weichen streben. Endlich muß

die Bewegung der Räder genau in einer senkrechten Ebene erfolgen, da jede schwankende Bewegung um die Axe dazu beitragen würde, den Wagen aus der Bahn zu bringen. Es müssen daher die Räder auf der Axe festgemacht werden und letztere muß sich mit ihnen umdrehen, statt daß bei gewöhnlichen Fuhrwerken die Axe befestigt ist und die Räder sich um dieselbe drehen. Diese Betrachtungen deuten schon an, daß die Wägen einen besondern Widerstand erfahren müssen, wenn sie sich in krummen Linien bewegen, weil ihre Axen parallel zu einander bleiben und die beiden an derselben Axe befestigten Räder immer ganz gleiche Umdrehungsgeschwindigkeiten haben müssen.

Seit dem Beginn des Verkehrs auf der Liverpool-Manchester Eisenbahn sind auch bei den Eisenbahn-Lastwagen bedeutende Verbesserungen gemacht worden, so daß der Widerstand der Last beinahe um $^1/_3$ vermindert worden ist. Wir wollen die wesentlichsten dieser Verbesserungen beschreiben [1]), indem es zu weit führen würde, auch alle die ältern Arten von Eisenbahnwagen kennen zu lernen [2]). Diese Verbesserungen bestehen:

1) In Anwendung von Druckfedern, welche den Kasten des Wagens unterstützen, die Last gleichmäßig auf alle Räder vertheilen, alle Stöße auffangen und dieselben für die Axen und Räder sowohl, als für die Bahn unschädlich machen, endlich den Radaxen, mit denen sie verbunden sind, eine geringe Abweichung von ihrer parallelen Lage gestatten, wenn der Wagen durch Krümmungen der Eisenbahn läuft, wodurch die Seitenreibung in denselben sehr vermindert wird.

---

1) Wir folgen dabei einem vortrefflichen Aufsatz des Hern. ꝛc. Henz in Hattingen in den „Verhandl. des Berliner Gewerbvereins," 1835, 4te Liefer. S. 208 ꝛc.

2) Nach dem ältern Princip sind die noch jetzt fast überall zum Kohlentransport angewendeten Wagen eingerichtet, die weiter unten näher beschrieben werden sollen.

2) In Anbringung der Last auf den verlängerten Aren außerhalb der Räder. Diese Verlängerungen oder Zapfen der Aren sind weit schwächer als diese, und hierin beruht eine große Kraftersparung, da der Reibungswiderstand von dem Verhältniß des Raddurchmessers zu dem des Zapfens abhängig ist, und sich in gleichem Maaße mit dem des letztern vermindert. So lange die Räder aber auf den äußersten Enden der Aren saßen, konnten die in den Büchsen sich drehenden Theile nicht geschwächt werden, ohne die Are dem Zerbrechen nicht zu sehr auszusetzen; dieses wurde erst zulässig, als die Büchsen außerhalb den Rädern angebracht wurden. Noch ein anderer, nicht minder wichtiger Vortheil, ist durch diese Anordnung erzielt worden; es ist die leichte und sichere Art des Schmierens der Aren, was bei der frühern Anordnung, wo die Büchsen unter dem Wagenkasten versteckt lagen, viel Zeit erforderte, bei dem Mangel eines Reservoirs häufig wiederholt werden mußte, und immer einen bedeutenden Oelverlust zur Folge hatte.

3) In Anwendung von gewalzten eisernen Bändern auf den gußeisern Rädern derjenigen Wagen, welche mit großen Geschwindigkeiten auf der Bahn fahren sollen, wodurch die Gefahr des Zerbrechens fast gänzlich beseitigt und eine genauere Kreisform erzielt wird, da die Bahnen dieser Räder abgedreht werden können.

4) Daß die Enden oder Zapfen der Aren, nachdem sie genau abgedreht worden sind, eingesetzt werden, wodurch die Oberfläche stahlhart, also dem Angriff wenig ausgesetzt ist und eine regelmäßige Bewegung erhält.

Die übrige Einrichtung der Wagen ist, ihrem Zweck entsprechend, sehr verschieden, je nachdem sie zum Transport von Personen, Vieh, Kaufmannsgütern, Kohlen u. s. w. angewendet werden sollen.

Die von dem Mechanikus Bury, in Liverpool, verfertigten Wagen werden für die vorzüglichsten gehalten, und sind von demselben mehrere Probewagen für die belgische Eisenbahn angefertigt worden. Die beiden gebräuchlichsten

Arten der Transportwagen sind auf Taf. VIII. Fig. 83—85 und Taf. IX. Fig. 93 bis 95 gezeichnet. Auf ersteren werden die gewöhnlichen Ladungen sowohl in Ballen, Säcken, Kisten und Fässern, als unverpackt transportirt. Der 11 Fuß lange, 8 Fuß breite, $1^1/_4$ Fuß hohe Kasten bietet hinlänglichen Raum dar, um die gewöhnliche Ladung von 50 Zentnern aufnehmen zu können. Die Seitenwände des Wagenkastens sind beweglich und können abgenommen werden, wenn die Transportgegenstände sich auf der unbegrenzten Bodenplatte bequemer verpacken lassen. Bei schlechter Witterung wird die ganze Ladung mit einem wasserdicht gemachten leinenen Ueberwurf bedeckt. Die Ladung und Entladung dieser Wagen geschieht mittelst Krahnen in den Waarenhäusern, oder auf den Niederlagsplätzen durch besonders dazu angestellte Arbeiter.

Für solche Güter, welche nicht in die Magazine gelangen, sondern gleich nach ihrer Ankunft von den Consumenten mit gewöhnlichem Landfuhrwerk abgeholt werden, sind auf der Liverpool-Manchester Bahn besondere Wagen eingericht, welche Taf. IX. Fig. 93 in der Seiten- und Fig. 95 in der Vorder-Ansicht dargestellt sind. Dergleichen Güter (gewöhnlich Kohlen) werden in besondere Kasten von $5^1/_2$ Fuß Länge, 4 Fuß Breite und $2^1/_4$ Fuß Höhe verladen, und je zwei derselben auf einen Bahnenwagen gestellt. Zur Erleichterung des Auf- und Abbringens dieser Kästen ist jeder derselben mit vier kleinen eisernen Rädern versehen, deren Aren sich in Lagern drehen, welche unter den Langbäumen derselben angebolzt sind. Die Räder bewegen sich auf platten, mit einem nach außen vorspringenden Rand versehenen Schienen, die auf quer über das Gestell des Wagens gebolzte Balken genagelt sind. Für jeden Kasten sind zwei solche Schienen angebracht, welche zusammen eine kurze Eisenbahn, von der Gattung der Tramroad, auf dem Transportwagen selbst bilden und gestatten, daß die Last mit großer Leichtigkeit auf den bestimmten Platz gebracht werden kann. — Um das Abgleiten dieser Kästen während der Fahrt zu verhindern,

werden dieselben durch zwei Fig. 95 angedeutete Ueberwürfe festgehalten.

Wenn der Transportwagen mit beiden Kästen am Ort ihrer Bestimmung angekommen ist, wird jeder derselben auf eine zweirädrige Karre gebracht, um auf gewöhnlichen Straßen zum Ort der Verwendung weiter befördert zu werden. Damit die Kästen schnell und leicht von dem Bahnenwagen auf die Karren Fig. 94, Taf. IX. gebracht werden können, haben letztere eine besondere Einrichtung erhalten. Die Langbäume derselben sind ebenfalls mit eisernen Schienen versehen, welche in derselben Entfernung und in gleicher Höhe mit denen auf dem Transportwagen angebracht sind. — Die hintern Enden der Karrenbäume werden mit den Querbalken des Bahnenwagens in Verbindung gebracht, so daß das Stück Schienenweg auf demselben mit dem auf der Karre zusammentrifft, und beide zusammen eine geradlinige Bahn bilden. Die Ueberwürfe, welche den Kasten auf dem Bahnenwagen festhielten, werden nun gelöst, und der Kasten von demselben auf die Karre gerollt. Um das Aufkippen der letztern zu verhindern, wenn die Last auf das äußerste Ende der Langbäume gelangt, wird dieselbe durch den Bahnenwagen unterstützt, an welchem zu diesem Ende die eisernen Ruthenstücke a a angebolzt sind, in welche zwei an den Langbäumen der Karre befestigte Zapfen b b eingreifen. Sobald der Kasten auf der Karre so weit fortgerollt ist, daß ein Gleichgewicht stattfindet, wird er auf derselben in gleicher Art, als auf dem Bahnenwagen, festgestellt und kann nun fortgefahren werden.

Der Unterbau der verschiedenen Bahnenwagen ist im Allgemeinen derselbe, und es kann die folgende Beschreibung füglich für alle gelten. Die einzelnen Theile, welche hier in Betracht kommen, sind die Räder, Axen, Büchsen, Bremsen und Koppelungen, wobei es zur Deutlichkeit dienlich seyn wird, dieselben einzeln durchzunehmen.

1. Räder.

Sie bestehen durchgängig aus Eisen vom zweiten Guß, und haben gewöhnlich einen Durchmesser von 3 Fuß bis 3 Fuß 1 Zoll. Die Felge ist 4 Zoll breit, und der Spurkranz springt 1 Zoll bis 13 Linien über derselben hervor. Bei den mit Reifen von gewalzten Eisen gebundenen Rädern, wie die Fig. 96 und 97 Taf. IX. im größern Maaßstab darstellen, ist der gußeiserne Kranz nur $4^1/_2$ bis 5 Linien, das Band dagegen an der schwächsten Stelle $1^1/_6$ Zoll stark. Die Befestigung desselben geschieht in gleicher Art, wie dieß weiter unten bei den Rädern der Dampfmaschine näher beschrieben werden wird.

Diejenigen Wagenräder, welche nicht auf diese Weise gebunden und für die langsamern Fahrten bestimmt sind, werden in der Felgenbahn hart gegossen [1]). Zur Vermeidung der durch ungleichförmige Erkaltung nach dem Guß entstehenden Spannung in den Radspeichen, welche dieselben sehr dem Zerbrechen aussetzt, wird die Nabe nicht zusammenhängend, sondern in drei abgesonderten Theilen, zwischen welchen sich ein offener Raum von $^2/_3$ Zoll Breite befindet, gegossen, so daß die Speichen dadurch den nöthigen Spielraum zu ihrer Zusammenziehung erhalten. Die Naben der Räder, welche gebunden werden, bestehen dagegen aus einem Stück, weil bei ihnen der Kranz nicht hart gegossen und auch so dünn gemacht wird, daß er bei der Contraktion der Speichen genugsam nachgiebt. Jede Nabe erhält zwei schmiedeeiserne Bänder, welche im glühenden Zustand auf die besonders dazu angebrachten Absätze getrieben werden, und durch ihre Zusammenziehung bei der Erkaltung dieselbe sehr fest umschließen, so daß bei Aufkeilung der Räder auf die Aren die Gefahr des Springens der Naben sehr vermindert wird.

---

1) Wir werden weiter unten bei der Beschreibung der gewöhnlich zum Kohlentransport angewendeten Wagen die Anfertigung solcher Räder näher beschreiben.

Die Speichen werden in sehr verschiedenen Querschnitten geformt; die Figuren 99, 100 und 101 Taf. IX. zeigen drei der gebräuchlichsten Arten, aus welchen ersichtlich ist, daß die Formen so gewählt sind, um mit dem wenigsten Material die größtmöglichste Stärke zu erreichen.

Häufig wird jetzt eine Art Räder angewendet, welche gar keine Speichen haben, deren Stelle durch eine den ganzen Raum zwischen der Nabe und dem Kranz ausfüllende dünne, durch vorspringende Rippen in der Richtung des Halbmessers verstärkte Platte vertreten wird, die mit dem Körper des Rades in einem Stück gegossen ist. Fig. 102 Taf. IX. zeigt die Ansicht eines solchen Rades, die angedeuteten Durchbrechungen dienen dazu, das Rad aus der Form zu heben und überhaupt leichter handhaben zu können.

2. Die Axen.

Die Axen werden entweder aus mehreren Stangen von Schmiedeeisen zusammengeschweißt und dann ausgeschmiedet, oder, was jetzt gebräuchlicher und viel wohlfeiler ist, aber auch weniger Dauer gewährt, auf Walzwerken in der vorgeschriebenen Stärke und Form ausgewalzt. Nachdem die Axen auf das vorgeschriebene Maaß abgeschnitten sind, werden beide Enden in der Form abgedreht, welche Fig. 97 im Längendurchschnitt zeigt; der Theil der Axe, welcher in die Oeffnung der Nabe eingebracht wird, erhält dabei einen Durchmesser von 2 Zoll 10 Linien, der vorspringende Zapfen, welcher sich in der Büchse dreht, von 1 Zoll $9^3/_4$ bis 10 Linien, und der Knopf am äußersten Ende von 2 Zoll und 3 Linien. Die vorspringenden und abgedrehten Zapfen der Axen werden hiernächst eingesetzt, was in gewöhnlicher Art durch eine Glühung in Leder, Kuhhaaren ꝛc. und Salz in einer verschlossenen Büchse, und darauf folgende Ablöschung in Wasser, geschieht. Dadurch erhält die Oberfläche einen zwar dünnen, aber glasharten Ueberzug, welcher dem Angriff der Reibung lange widersteht, wenn die Zapfen immer gehörig in Schmiere gehalten werden.

Die Räder werden immer fest mit den Axen verbunden, weßhalb zunächst die Löcher der Naben in einer solchen Weite nachgebohrt werden, daß der abgedrehte Theil der Axe, welcher darin befestigt werden soll, nur mit Gewalt eingetrieben werden kann. Die endliche Verbindung geschieht dann mittelst Eintreibung eines runden, sehr wenig verjüngten, Bolzens in ein passendes Loch, welches zwischen Axe und Nabe eingebohrt ist, so daß der Schlüssel halb in der Höhlung der Nabe, halb in der der Axe sich befindet. Bei den Rädern mit hart gegossener Bahn, deren Naben aus drei Stücken bestehen, werden vor Eintreibung der Axe die Zwischenräume derselben mit drei genau passenden Eisenstücken und Kitt ausgefüllt.

Diese Befestigungsart bietet bedeutende Vortheile von der früher üblichen dar, bei welcher die Enden der Axen viereckig bearbeitet, in eben solche Löcher der Naben eingetrieben und durch einen quer durchgeschlagenen Bolzen gehalten wurden. Einmal ist ein viel genaueres und leichteres Einpassen möglich, wenn Axen und Löcher ab- und ausgedreht sind; das genaue Rundlaufen der Räder aber ist beinahe nur in dieser Art zu erreichen, und viel leichter kann ein altes zerbrochenes Rad von der Axe und ein neues auf dieselbe gebracht werden.

3. Büchsen oder Axenlager.

Dieselben bestehen aus einem Ober- und einem Untertheile von Gußeisen, welche zusammengesetzt Fig. 86. a. in der Seitenansicht, und Fig. 86. b. in der Vorderansicht gezeigt sind. Der obere Theil enthält eine halbrund ausgedrehte messingene Büchse Fig. 90, welche auf dem Zapfen der Axe ruht, in welcher sich derselbe dreht. Diese Büchse paßt mit ihrer kantig geformten Oberfläche in eine entsprechende Vertiefung des obern Lagers, wodurch sie verhindert wird, sich mit der Axe umzudrehen; und damit sie sich auch nicht seitwärts herausschieben kann, sind die beiden Vorsprünge c c Fig. 90 angegossen, welche ebenfalls in passende Vertiefungen eingreifen. Fig. 91 zeigt die Unteransicht eines Lagers ohne

die Büchse, und Fig. 89 die mit der Büchse. Die obere Ansicht Fig. 87. b. dieses Lagers zeigt in der Mitte eine viereckige Vertiefung zur Aufnahme der Schmiere, welche durch das im Boden befindliche, durch die messingene Büchse fortgesetzte, runde Schmierloch der Axe mitgetheilt wird. Auf beiden Seiten dieser Schmierbüchse sind zwei schmale Einschnitte angebracht, in welche die Untertheile der die Feder umgebenden und haltenden Bügel eingreifen. Durch die aufliegenden Federn wird der Schmierbehälter, wie Fig. 86. a. zeigt, nicht ganz bedeckt; der weiter vorspringende Theil wird durch eine schräge Klappe verschlossen, die sich öffnen läßt, wenn neuer Vorrath von Schmiere in den Behälter eingebracht werden soll. Zur Vermeidung des Verlustes an Schmiere, welche von der untern Fläche des Axenzapfens abtröpfeln würde, ist die untere Büchse angebracht, welche Fig. 87. a. in der Unter- und Fig. 87. b. in der Oberansicht zeigt. Die Axe wird von der Höhlung dieser untern Büchsenhälfte nicht erreicht, so daß auch keine Reibung zwischen beiden stattfindet. Letztere nimmt nur das abträufelnde Fett auf, welches, sobald es sich ansammelt, der Axe wieder mitgetheilt wird. Zur Abhaltung des Staubes und Schmutzes von den reibenden Theilen der Axe ist die Büchse hinten und vorn geschlossen, vorn durch das Uebergreifen der Stirnfläche des obern Lagers Fig. 86. a. und 86. b. hinten durch zwei verbundene halbkreisförmige Büchsen, welche sich mit ihren Vorderflächen an das Ober- und Unterlager anschließen, hinten über den vorspringenden Theil der Nabe greifen. Diese Büchsen haben zugleich den Zweck, die Schmiere, welche dem Rad zugekehrt von der Axe abtröpfelt, aufzufangen und derselben wieder durch einen Schmierring (eine kreisförmige blecherne Scheibe, welche auf die Axe geschoben wird, und sich mit dieser in der Büchse dreht) mitzutheilen.

4. Die Federn.

Die Druckfedern, von denen jede aus neun aufeinander gelegten, in der Mitte durch einen Bolzen verbundenen Stahl-

blättern von $3^2/_3$ Linien Stärke und $2^3/_4$ Zoll Breite besteht, sind 3 Fuß lang, 4 Zoll aufwärts gebogen, und werden durch zwei Bügel umfaßt, vermittelst welcher sie fast mit dem Obertheil des Zapfenlagers vereinigt werden.

Jeder der erwähnten beiden Bügel endigt, wie Fig. 92 zeigt, unter einem Bolzen, der durch die Höhlung des Lagers gesteckt, unter demselben mittelst einer Schraubenmutter fest angezogen werden kann. Dieselben Bolzen dienen auch zur Verbindung der untern Büchse mit der obern, indem die Verlängerungen derselben (von kleinerm Durchmesser) durch die zutreffenden Löcher der untern Büchse gesteckt und diese durch vorgeschraubte Muttern in ihrer Lage erhalten wird. Die aufgebogenen Enden der Federn tragen den Rahmen, auf welchem der Wagenkasten erbaut ist, wobei die berührten Holzflächen durch untergelegte Eisenplatten gegen den Angriff der Federn gesichert werden. Die Platten sind auf beiden Seiten der Langbäume, wie die Fig. 84 und 85 zeigen, niedergebogen, so daß die Federn von den dadurch gebildeten Scheiden eingeschlossen und in beständig paralleler Lage mit der Längenaxe des Wagens gehalten werden.

Die Verbindung der Büchsen und Axen mit dem Körper des Wagens wird aber erst durch die Fig. 98 gezeichneten Büchsenträgen bewerkstelligt. Dies sind Platten von $^1/_2$ Zoll starkem Eisen, welche mit ihrem $1^3/_4$ Fuß breiten Obertheil durch vier Schraubenbolzen an der äußern Seite der Langbäume befestigt werden. Der untere Theil dieser Platten ist mit einem $2^1/_2$ Zoll breiten, unten offenen, vertikalen Ausschnitt versehen, in welchem die Büchse sich mit ihrer Leitung d d Fig. 86. a. und 91 auf und nieder bewegen kann, wenn die Federn beim Fortrollen des Wagens in Schwingung gerathen. Die untern freistehenden Blätter des Büchsenhalters werden, zur Vermeidung von Biegungen, durch einen beweglichen Quersteg mit einander verbunden, so daß die Axenlager niemals die Leitung desselben verlieren können.

5. Die Bremsen.

Zur Aufhaltung eines Wagenzugs auf einem gewissen Punkt, oder zur Aufhebung der Beschleunigung beim Niedergang desselben, auf so stark geneigten Bahnenstrecken, wo die Wagen durch ihr eigenes Gewicht abwärts gehen, bedient man sich der Bremsen.

Die Einrichtung derselben ist im Allgemeinen dieselbe, und besteht darin, daß mittelst einer Hebelverbindung weiche Holzstücke fest gegen die Bahn der Wagenräder gedrückt werden, wodurch eine Reibung veranlaßt wird, welche die Umdrehung dieser Räder zum Theil verhindert. Hieraus entsteht ein Gleiten derselben auf den Schienen der Bahn, mithin eine starke Reibung, welche auf eine Verzögerung in der Bewegung des Zuges wirkt. Werden z. B. an einem mit der Ladung 60 Zentner schweren vierräderigen Lastwagen zwei Räder der Art gebremst, daß sie nur noch die halbe Drehung der ungebremsten machen, so ist die Reibung $(^1/_2 \cdot {}^{60}/_2)\ ^1/_6$ Zentr., oder der dadurch hervorgebrachte Widerstand ist $= 275$ Pfd.

Eine Bremse, die sehr kräftig wirkt, wie sie gewöhnlich bei den Passagierwagen angebracht wird, werden wir unten bei dem Munitionswagen beschreiben. Diese Art Bremsen wirken gleichzeitig auf die Vorder- und Hinterräder und werden durch Schrauben gestellt. Eine andere Art Bremsen werden wir auch noch bei den Kohlenwagen kennen lernen.

Bei den Güterwagen, welche nicht mit der Schnelligkeit der Personentransporte fahren, werden nur einfache Bremsen angewendet, wie Fig. 84 eine derselben zeigt. Der an einem Winkelhebel gebolzte Holzklotz drückt nur gegen die Felge eines Rades, wenn der lange Hebelarm durch den Führer niedergedrückt und durch einen Vorsteckbolzen in dieser Lage erhalten wird. Wenn die Bremse nicht weiter wirken soll, wird der Vorsteckbolzen ausgezogen, der lange Hebelarm so hoch gehoben, bis das Rad nicht mehr vom

Holz berührt wird, und mittelst des Vorsteckbolzens an einem höhern Punkt der durchlöcherten Scheide e e Fig. 84 festgehalten.

6. Verkuppelungen.

Die Verbindung der einzelnen Wagen, welche einen Zug bilden, mit einander, geschieht in der Regel durch kurze in einen Haken endigende Ketten, von welchen jede an dem hintern Ende der Zugstange f f Fig. 83 befestigt ist. Der Haken am Ende der Kette wird, wenn zwei Wagen zusammen gekuppelt werden sollen, in ein am hintern Ende der Zugstange des folgenden Wagens befindliches Loch eingeschlagen, so daß jeder Wagen durch die vorhergehenden gezogen wird, und ein aus Verbindungsstangen und Ketten bestehender eiserner Zugstrang ununterbrochen durch die ganze Wagenreihe läuft.

Beim Stillstehen der Maschine setzen die hintern Wagen ihre Bewegung noch fort, und stoßen desto stärker auf die andern, je mehr Geschwindigkeit der Zug vorher hatte. Der dadurch entstehende Stoß könnte nun sehr nachtheilig auf den ganzen Verband des Wagens wirken, wenn er nicht aufgefangen und unschädlich gemacht würde. Dieses Auffangen geschieht durch die über das Wagengestell hinaus verlängerten Langbäume, welche bei allen Wagen desselben Zuges genau in einerlei Höhe und Entfernung liegen, so daß die Stirnflächen gerade auf einander passen. Die Enden dieser Langbäume sind mit eisernen Bändern umgeben, um das Aufspalten des Holzes zu vermeiden; bei den Personen-Wagen sind dieselben außerdem noch auf der Stirn polsterartig verlängert, wodurch die Stöße noch wirkungsloser gemacht werden.

Ein für den Verband nicht minder nachtheiliger Ruck entsteht beim Anlassen der Maschine, indem die schlaff herunterhängenden Verbindungsketten plötzlich angezogen werden. Die dadurch den Wagen mitgetheilte Erschütterung hat man damit unschädlich zu machen gewußt, daß der Angriffspunkt

der Verkuppelungskette mit einer Feder in Verbindung gebracht wird, wie dieß am Munitionswagen und in einer andern Art in Fig. 107 dargestellt ist.

Bei den Personenwagen der Liverpool-Manchester-Bahn ist diese Feder unter der Mitte des Wagens angebracht, und mit derselben verschiedene Hebel, in der Figur 108 gezeichneten Art verbunden, so daß dieselbe nicht nur den Ruck beim Anziehen, sondern auf den Stoß beim zusammenfahren auffängt, und die den Wagen schädlichen, den Reisenden unangenehmen Erschütterungen ermäßigt.

7. Die Wagen zum Erdtransport.

Mit großem Vortheil werden schon beim Bau der Eisenbahnen die Transporte der Erde und Baumaterialien auf fliegenden Eisenbahnen bewerkstelligt. Die zu den Erdtransporten dienenden Wagen werden in sehr verschiedener Art konstruirt, kommen aber größtentheils darin überein, daß sie niedrige Räder haben, um das Beladen derselben zu erleichtern, und daß der Kasten derselben zum Aufkippen eingerichtet ist, um den Inhalt leicht ausstürzen zu können.

Die Fig. 103 bis 106 zeigen einen solchen Wagen im Grundriß und Längenprofil. Der Kasten besteht aus einem hölzernen Gestell mit Boden und Seitenwänden von starkem Eisenblech. Die vordere schmale Wand ist beweglich und wird in der Fig. 103 gezeichneten Art, während der Beladung und des Transports, verschlossen gehalten und geöffnet, wenn der Wagen entladen werden soll.

Unter dem Rahmen, auf welchem der Kasten gebauet ist, befinden sich zwei Längenbalken, an welche vier Axenlager geschraubt sind; die der Vorderräder sind mit einem Untertheil versehen, so daß die Axe ganz davon umschlossen ist, und den Drehpunkt des Wagens bildet; die hintern Lagen sind dagegen unten offen, und liegen ganz frei auf der Radaxe, so daß sie sich ohne weitere Vorbereitungen ausheben lassen, wenn der Kasten aufgekippt werden soll. Die beiden Axen, welche auf gewöhnliche Art in den Naben der Räder

feſtſitzen, ſind durch zwei Zugbäume mit einander verbunden, die an den Enden mit Ueberwürfen verſehen ſind, welche die Axen umfaſſen, und in welchen ſie ſich drehen.

Dieſe Wagen werden für den erwähnten Zweck ſehr geeignet gehalten, und ſind beim Bau der Eiſenbahn von London nach Birmingham in Anwendung gebracht.

8. Die Wägen zum Kohlentransport [1]).

Dieſe Wägen beſtehen aus Holz und ſind mit grauer Oelfarbe oder mit ſchwarzem Theer angeſtrichen. Ihre Dimenſionen ſind ſo, daß ſie gehäuft ohngefähr 60 Zentr. Steinkohlen faſſen. Die auf der Stocktondarlington Eiſenbahn angewendeten ſind oben im Lichten 6 Fuß 4 Zoll Rheinl. lang, 4 F. 8 Z. breit und 3 F. 4 Z. tief, unten haben ſie jedoch nur 2 F. 7 Z. Länge und 3 F. 2 Z. Breite, und ſind der Länge nach ſo abgeſtumpft, daß der 6 F. 4 Z. lange Theil des Wagens 10 Zoll tief iſt; außerdem iſt derſelbe mit 7 Zoll hohen Aufſetzbrettern verſehen. In Form und einzelnen Dimenſionen finden einige unweſentliche Verſchiedenheiten ſtatt; einer der gewöhnlichſten Wagen iſt Fig. 109. a, b, c, gezeichnet.

Dieſe Wagen beſtehen aus zwei Geſtellbäumen von 8 Fuß Länge, $4\frac{1}{2}$ Zoll Höhe und $3\frac{1}{2}$ Zoll Stärke, welche durch 4 Querriegel von 3 F. 2 Z. Länge, $3\frac{1}{2}$ Z. Breite und $2\frac{1}{2}$ Z. Stärke mit einander verbunden ſind. An ihnen ſind die Pfannen für die Axen angeſchraubt, ſo daß die Radmittel $38\frac{1}{2}$ Zoll von einander entfernt liegen. Auf der langen Seite ſind 4 Ständer $38\frac{1}{4}$ Z. hoch, $2\frac{3}{4}$ Z. breit und 2 Zoll ſtark in den Geſtellbäumen eingezapft, welche oben durch ein Paar Bäume von $2\frac{1}{2}$ Zoll Quadrat zuſammen verbunden ſind. Auf dieſen ſind die Aufſatzbretter aufgerichtet. An der kurzen Seite befinden ſich ebenfalls noch zwei Ständer, welche oben und unten in den Querriegeln eingelaſſen ſind. Inwen-

---

1) Nach v. Oeynhauſen uud v. Dechen in Karſten's Archiv für Bergbau und Hüttenweſen, XIX. 60 ꝛc.

dig ist dieses Gerippe mit einzölligen Brettern belegt. Die obern und untern Bäume sind noch durch eiserne Anker mit einander verbunden. An den Enden sind die Gestellbäume noch mit Holz verstärkt und mit eisernen Beschlägen versehen, auch auf jeder Seite mit den nöthigen Haken zum Anspannen der Pferde oder zum Verkuppeln mit dem Dampf- und mit andern Lastwagen, vorgerichtet.

Um ihnen mehr Haltbarkeit zu geben, geht oben im Innern eine eiserne Kette über den Wagen.

Der ganze Boden des innern Raums, der Länge nach 2 F. 7 Z., der Breite nach 3 F. 2 Z., wird von einer nach unten sich öffnenden Thüre gebildet, welche mit zwei starken, eisernen Bändern in Gehängen liegt. Diese bilden auch an der Seite Oesen, welche durch zwei kleine, an dem Gestellbaume hängende Laschen gesteckt werden. Durch die Oesen selbst liegt quer durch ein Bolzen, welcher an einer kleinen Kette befestigt ist. Sobald dieser Bolzen herausgezogen wird, und die Laschen aufgehoben werden, so schlägt die Thüre auf und die ganze Ladung des Wagens stürzt theils selbst heraus, theils läßt sich dieselbe sehr leicht herausziehen. Das Entladen der Wagen geschieht auf Ausladebühnen, wo die Massen durch die offenen Räume des Schienenweges auf die Niederlagplätze fallen. Eben so geschieht das Beladen dieser Wagen auf eine ähnliche Art auf den Kohlengruben und Kalköfen.

Man hat auch Wagen, an denen sich die Thüre auf einer der langen Seiten befindet; man findet dieselben aber nicht so dauerhaft.

An jedem Ende des Wagens befindet sich in der Mitte eine an zwei Querriegeln geschraubte starke eiserne Schiene, Fig. 109. c., welche an dem Ende ein rundes Loch hat. Diese dient zur Verkuppelung des Wagens mit mehreren andern, wozu noch die eiserne Klammer von 14 Zoll Länge, Fig. 110 und der Vorsteckling Fig. 111 gehören. Diese Verkuppelung ist bei weitem besser, als diejenige, welche mittelst Ketten, an dem Anspannhaken hervorgebracht wird, indem sie eine

steife Verbindung zwischen zwei Wagen bildet, und verhindert, daß dieselben gegen einander stoßen können. Dieser Umstand ist besonders wichtig für den Wagenwärter, der sich gern zwischen zwei Wagen auf den Vorsprung eines der Wagen stellt, und bei der Verkuppelung mit Ketten leicht Gefahr läuft, beschädigt zu werden.

Um auf den geneigten Ebenen die Wagen an dem Seil schnell befestigen, und auch eben so schnell wieder ablösen zu können, bedient man sich der Fig. 112. a, b, dargestellten Vorrichtung, die aus einem schmiedeeisernen Verkuppellungsstücke besteht, welches an dem Seil befestigt ist, das sich in eiserne Kette endigt (a). Es ist eine Art von Zange, die von unten in den letzten Ring der Kette greift und durch einen Haken festgestellt wird, der sich nur öffnen kann, wenn er los gehakt wird. Das Oeffnen geht außerordentlich schnell; der Haken wird los gemacht und an seinem Handgriff heruntergedrückt, wodurch sich der untere Theil der Zange öffnet und die Kette am Seilende von selbst hinfällt und den Wagen frei läßt.

Zuweilen bestehen die Wagenkasten aus Eisenblech, wie z. B. beim Kalk, der häufig warm versendet wird, und auf der Kohlengrube Whingill bei Whitehaven in Cumberland werden Wagen mit gußeisernen Fördergestellen benutzt, auf welche die von Weiden geflochtenen Körbe gestellt werden, die einen eisernen Bügel und Bodenschiene haben, 11 Ztr. Kohlen enthalten, und zugleich als Schachtfördergefäß gebraucht werden.

Die Räder bestehen aus Gußeisen, die auf schmiedeeisernen Aren festgekeilt sind und deren Kränze hartgegossen (casehardened e.) ist. Die Vorrichtung zum harten Guß dieser Räder geht aus der Abbildung Fig. 113. a, b, c, d, hervor. Fig. 113. a, b, ist ein gußeiserner Ring (case), unten $1\frac{3}{4}$ Zoll dick, $4\frac{1}{4}$ Zoll hoch, 30 Zoll Durchmesser im Lichten. Die innere Fläche desselben ist genau nach der äussern des Rades ausgedrehet und wird mit Fischöl oder mit einer Mischung von Fischöl und Graphitpulver bestrichen,

damit das flüssige Eisen nicht daran festhält. Der gußeiserne Ring ist mit zwei schmiedeeisernen Bändern umgeben, weil er durch die Hitze häufig springt. Dieser Ring wird flach auf die Hüttensohle gelegt und das Rad mit Formsand ausgeformt, indem das hölzerne Modell des Rades, welches den gußeisernen Ring im Innern unmittelbar berührt, hingelegt wird. Wird dann das Modell herausgenommen, so bildet der gußeiserne Ring die Wand, gegen welche der Kranz des Rades sich abkühlen muß. Hierauf wird der obere Theil der Form gehitzt, welcher aus einem gewöhnlichen eisernen Kasten besteht (Fig. 113, c, d). Derselbe bildet einen niedrigen Cylinder mit 6 oder 8 Speichen und einem Polygon in der Mitte, zwischen die noch Drath eingeflochten wird, damit der Formsand hält. Zwei Oeffnungen dienen zum Eingießen des Eisens. Vier Zapfen dienen, den Deckel mittelst eines Krahns auf- und absetzen zu können. Zwei Zapfen entsprechen den Stellen des gußeisernen Ringes, wo zwei Leitungsstückchen aufgeschraubt sind, zwischen denen diese Zapfen einpassen, damit der Deckel auf dem Ringe festliegt, so wie solches Fig. 113, d darstellt. Durch die beiden Eingüsse wird zu gleicher Zeit Eisen eingegossen, jedoch muß das Eisen nicht zu hitzig und grau seyn. Ein hartes Rad zeigt auf dem Bruche, an der äußern Seite des Kranzes einen weißen Ring, von einem eigenthümlichen strahligen Gefüge, der oft $^1/_2$ Zoll tief eindringt, während das Innere des Rades gewöhnliches graues Roheisen ist. Die äussere Oberfläche des Kranzes ist glatt genug, so daß sie nicht weiter abgedreht zu werden braucht.

Die Bremsvorrichtung ist bei diesen Steinkohlenwagen anders, als die weiter oben beschriebene. Sie kann zwei Räder zu gleicher Zeit hemmen, welches bei stark abfallenden Theilen den Bahnen nöthig ist: Diese Bremse, Fig. 114, a, b besteht aus einem schmiedeeisernen Arme, der sich um einen, an dem Wagen befindlichen Zapfen dreht, der sich in der Mitte zwischen den Mittelpunkten zweier Räder befindet. An diesem eisernen Arm ist ein Holzklotz

befestigt, an dem zwei Wangenstücke von weichem Holz angebracht sind, die, wenn der Bremsarm herabgedrückt wird, sich an die zwei an einer Seite des Wagens befindlichen Räder, bei dem einen über dem Mittelpunkte, bei dem andern unter demselben, anlegen, und dadurch diese beiden Räder hemmen. Wenn die Bremse nicht gebraucht wird, so ist der Handgriff derselben in einem an dem Wagen befindlichen Ring oder Haken eingelegt; während des Bremsens aber muß ein Mann auf den Handgriff mehr oder weniger stark drücken.

9. Wagen zum Personen-Transport.

Ueber diese können wir hier nur wenig bemerken, da die Einrichtung der Gestelle der Personenwagen schon weiter oben beschrieben worden ist, die Kasten aber im Allgemeinen wie die der gewöhnlichen Personenwagen eingerichtet sind. Es giebt nach der Größe, Bequemlichkeit und Eleganz verschiedene Arten solcher Wagen, die aber sämmtlich auf Druckfedern ruhen.

10. Mittel zum Auf- und Abladen [1]).

Da die Zahl der Wagen auf einer Eisenbahn immer beschränkt ist und eine richtige Vertheilung der Wagenzüge an den Auf- und Abladestellen immer ihre Schwierigkeiten hat, so ist es von großer Wichtigkeit, daß die Waaren ꝛc. sehr rasch sowohl auf- als abgeladen werden können, damit die Wagen so wenig als möglich an denjenigen Punkten still stehen, wo sie nichts zu leisten vermögen. Um dieses Resultat zu erlangen müssen die Waaren ꝛc.

1) so leicht als möglich auf- und abzuladen seyn;

2) in großen Quantitäten versandt werden können, um nicht verschiedene Arten von Wagen, wie sie sich für jede besondere Art der Waaren eignen, herbeischaffen zu müssen;

---

1) Aus Ed. Biot's Werk „über die Anlegung und Ausführung aller Arten von Eisenbahnen ꝛc." A. d. Franz. v. Schmidt. Weimar 1835.

3) müſſen die Auf- und Abladeſtellen mit zweckmäßigen Maſchinen verſehen ſeyn, um dieſe beiden Operationen zu erleichtern.

Die verſchiedenen Arten des Transports auf einer Eiſenbahn laſſen ſich hinſichtlich ihres leichten Auf- und Abladens auf folgende Weiſe klaſſificiren:

1. Perſonen, die ſich ſelbſt auf- und abladen.

2. Steinkohlen, deren Auf- und Abladen ſich leicht bewerkſtelligen läßt.

3. Kalkſtein. Derſelbe läßt ſich zwar ebenfalls leicht aufladen, aber ſeine weit härtern Kanten und Ecken beſchädigen die Wagen beim Abladen.

4. Baumwolle, Wolle, Getreide u. ſ. w. in Säcken.

5. Guß- und Schmiedeeiſen, Quader- und Backſteine, ſo wie andere Artikel, deren Auf- und Abladen entweder wegen ihrer Laſt oder wegen ihres großen Volums mehr Zeit in Anſpruch nimmt.

Steinkohlen können in großen Quantitäten transportirt werden, ſo daß das Aufladen derſelben einer beſtimmten Anzahl von Arbeitern eine ziemlich regelmäßige Beſchäftigung geben kann, wenn ſie die Kohlen in Säcken von den Magazinen bis auf die Eiſenbahnwagen ſchaffen. Jedoch iſt es weit vortheilhafter, von den Steinkohlengruben Nebenbahnen bis zur Hauptbahn zu führen, auf welchen dann der Transport der Steinkohlen bewirkt wird, wie es an mehreren Punkten in England der Fall iſt. Liegt die Mündung des Förderſchachts oder der Förderſtrecke der Steinkohlengruben höher als das Niveau der Eiſenbahn, ſo ſtürzt man die Kohlen aus den Fördergefäßen auf eine ſchräge Bühne, die von Brettern konſtruirt iſt und die Kohlen unmittelbar in die Eiſenbahnwagen rutſchen läßt; oder die Bahn führt bis dicht unter die Mündung der Grube und die Fördergefäße werden unmittelbar in die Bahnwagen entleert, oder auf dieſelben geſetzt und auf dieſe Weiſe weiter transportirt, wie weiter oben bei Fig. 93 und 95 bereits bemerkt worden, indem dadurch die Zerkleinerung der Steinkohlen möglichſt vermieden wird. Die Ein-

richtung mit einer schiefen Fläche von der Grube zur Bahn hat man an einigen Punkten Englands dazu benutzt, um die verschiedenen Qualitäten der Steinkohlen, mittelst einer Art von Rost von einander zu sondern. Diese Absonderung wird an andern Orten mit der Hand bewerkstelligt und erfordert viel Zeit und Sorgfalt, wodurch sie sehr kostspielig wird. Jedoch kann man das Sortiren der Steinkohlen nicht gut entbehren, da ein großer Unterschied in dem Verkaufspreise der Kohlen aus einer und derselben Grube, je nachdem die Stücke groß oder klein sind, existirt. Die kleinen oder Gruskohlen (Steinkohlenklein), die obendrein häufig mit Erde ꝛc. vermengt sind, haben gewöhnlich nur einen geringen, oft aber auch gar keinen Werth.

Je nach dem Werthe, den der Käufer auf die Größe der Stücke legt, muß man die Steinkohlen bei den verschiedenen Manipulationen, die sie während ihres Transportes von der Grube bis zu dem Ort, wo sie verkauft werden, erfahren, mehr oder weniger sorgfältig behandeln. Werden z.B. Steinkohlen auf einer Eisenbahn bis an einen Fluß, oder bis an eine Meeresküste transportirt, wo sie an Bord genommen werden sollen, so sind dieselben so sanft wie möglich vom Wagen in das Fahrzeug abzunehmen, welches sie aufnehmen soll.

Diese Operation ist wegen der Höhe, welche die Eisenbahnen über dergleichen Einschiffungspunkten haben müssen, um sich außer dem Bereiche der Fluth zu befinden, nicht ganz ohne Schwierigkeiten. Wenn die Steinkohlen schon in kleinen Stücken sind und man eine fernere Zerkleinerung derselben nicht sehr fürchtet, so begnügt man sich, unter der Fallthür der Verpfählung, wo die Eisenbahn endigt, eine schiefe Fläche aus Bohlen anzulegen, auf welcher die Steinkohlen ins Fahrzeug hinabgleiten.

Wir theilen hier die Beschreibung einiger Ausladema-schinen mit, wie sie auf den Niederlagen (Coal Staith e.) am Wearflusse bei Sunderland vorhanden sind [1]). Die Ufer

---

[1]) Siehe v. Oeynhausen und v. Dechen in Karsten's Archiv XIX. 90 ꝛc. Dieselben theilen auch auf Taf. VI. eine Abbild. mit.

dieses Flusses sind dort sehr steil und fast senkrecht, mehr als 50 Fuß tief eingeschnitten; zwischen denselben und dem Flusse ist nur ein schmaler flacher Raum.

Die Wassertiefe des Flusses ist bedeutend, so daß Schiffe von ansehnlicher Ladungsfähigkeit ziemlich dicht an das Ufer gelangen können. Die Schienenwege von Hetton und von den andern hierher fördernden Gruben, kommen das Thalgehänge 50 bis 60 Fuß hoch mit Bremsbergen [1]) herunter, bis 30 bis 40 Fuß über dem Wasserspiegel des Flusses. An dem Ende dieser Schienenwege, dicht am Ufer, sind die Maschinen zum Verladen der Kohlen in die Schiffe erbauet.

Dieselben haben zwar verschiedene Einrichtungen, stimmen jedoch im Wesentlichen mit einander überein. Es werden durch dieselben die auf dem Schienenwege herabkommenden, 1 Chaldron (= 52 preuß. Zentr.) haltenden Wagen bis senkrecht unmittelbar über die Schiffe gehoben und daselbst durch Oeffnen der Thüre im Boden des Wagens entladen. Beim Niedergehen ziehen die vollen Wagen ein Gegengewicht in die Höhe, wodurch der leere Wagen wieder bis auf die Sohle des Schienenwegs gehoben wird. Beim Verladen der Kohlen aus den verdeckten Magazinen in die Schiffe, bedient man sich derselben Wagen und derselben Ausladem aschinen.

Besonders sind drei dieser Maschinen durch das Sinnreiche ihrer ganzen Anordnung ausgezeichnet und verdienen daher eine genauere Beschreibung. Die einfachste derselben besteht aus einem 36 Fuß hohen Hebelgerüst, an dessen unterm Ende sich eine 18 bis 19 Fuß lange hölzerne Axe befindet, welche sich auf zwei eisernen Lagern, die mit Bügel versehen sind, drehen kann. Die Axe ist 1 Fuß Quadrat, die Haupthebel des Gerüstes 8 bis 10 Zoll; dieselben sind mit Streben und Querriegel befestigt. An dem obern Ende liegt eine eiserne 3 bis 4 Zoll starke Axe in diesen Hebeln, an welchen mittelst 4 eisernen, 1 Zoll starken Stäben eine Platt-

---

1) Was man unter einem Bremsberg versteht, wird im 7ten Kapitel näher erklärt werden.

form aufgehängt ist, die etwa wie eine Wagschale daran schwebt. Diese Plattform besteht aus einem Gerüst von starkem Holze, ist $8^1/_3$ Fuß lang und mit einem Schienenweg belegt. Wenn das Hebelgerüst aufgerichtet ist, so hängt diese Plattform gerade vor dem Ende des auf einem Gerüst bis zu diesem Punkte verlängerten Schienenweges und bildet die Verlängerung desselben. Diese Plattform kann mittelst einer Klammer an dem Schienenwege befestigt werden, so daß ein Wagen auf dieselbe gefahren werden kann; vorn liegt ein Querriegel davor und hinten wird der Wagen durch einen Stellbaum vor dem Abgleiten gesichert. Das Hebelgerüst wird nun durch eine Vorrichtung nieder gelassen, beschreibt einen großen Bogen, während der Wagen auf der Plattform gerade niederhängt und so bis auf das Schiff nieder gelassen wird. Ein Mann, der über dem Wagen steht, öffnet die Thür im Boden, die Kohlen fallen ins Schiff nieder und die Plattform mit dem leeren Wagen steigt wieder in die Höhe vor dem Schienenwege, so daß der leere Wagen abgefahren werden kann. Die Vorrichtung zum Niederlassen und Aufziehen des Hebels befindet sich über dem Ende des Schienenwegs. An der eisernen Axe, woran die Plattform hängt, befinden sich zwei gußeiserne Seilscheiben, worüber ein flaches Seil liegt, dessen eines Ende an dem Gerüst befestigt ist; das andere führt über eine Leitungsrolle nach zwei Scheiben auf einer gußeisernen (10 Zoll im Durchmesser haltenden) Axe, an der sich außerdem noch zwei kleinere Seilscheiben für das Gegengewicht und ein großes Zahnrad von 124 Zähnen und $7^1/_2$ Fuß Durchmesser befinden. Dieses greift in ein kleines Getriebe von 28 Zähnen, an dessen Axe sich ein Bremsrad befindet. Dasselbe hat 8 Fuß Durchmesser, ist von Gußeisen, mit einem Holzfutter belegt und hat eine hölzerne, etwa $^5/_8$ der Peripherie umfassende Bremse. Das Gegengewicht besteht aus einer Kette, an der in angemessenen Entfernungen Gewichte angehängt sind, welche zum Theil, wenn der Hebel aufgerichtet ist, auf dem Boden eines kleinen Schachtes liegen, und also nicht wirken; sobald als der

Hebel aber ſinkt; und die Ueberwucht des vollen Wagens immer größer wird, ſo heben ſich die Gewichte von der Sohle des Schachtes auf und vermehren in demſelben Maaße das Gegengewicht, ſo daß die Bremſe im Ganzen wenig zu thun hat, indem der Wagen mit dem Gegengewicht in demſelben Verhältniſſe bleibt und nur die zu ſeiner Bewegung erforderliche Ueberwucht behält. Sobald nun der Ladung über 70 Zentr. wiegende Wagen leer wird, und alſo nur noch 18 bis 20 Zentr. wiegt, ſo haben die Gegengewichte Ueberwucht und der Hebel mit dem Wagen wird wieder in die Höhe gezogen, wobei die Gegengewichte in demſelben Maaße abnehmen, in dem ſie ſich auf der Schachtſohle niederlegen. Der Wagen erhält durch dieſe Vorrichtung eine Bewegung von 31 Fuß nach der horizontalen und von 26 Fuß nach der ſenkrechten.

Die zweite dieſer Vorrichtungen hat manches Aehnliche mit der erſtern. Dieſelbe beſteht aus einem langen, in gutem Holzverbande konſtruirten Hebelgerüſt, deſſen oberer Arm 38, der untere 19 Fuß lang iſt, der auf einer ſtarken hölzernen Axe ſitzt, die ſich in eiſernen Bändern dreht. An dem obern Ende dieſes Hebels befinden ſich zwei eiſerne Seilſcheiben, über welche flache Seile laufen, deren eines Ende an einem Querbalken des Gerüſtes befeſtigt iſt. Das andere Ende dieſer Seile geht über zwei Leitungsrollen nach einem Seilkorb, wo dieſelben auf zwei Bobinen aufgewickelt werden. An derſelben Axe befinden ſich zwei Bremsräder mit hölzernen Bremſen, deren Zug bis nach der Ausſtürzbühne geht, ſo daß der Arbeiter von hier aus das Bremſen verrichten kann. In der Mitte zwiſchen beiden Bremsrädern befindet ſich eine koniſche Trommel, auf der ſich ein Gegengewicht entwickelt, wenn der Hebel mit dem vollen Wagen nieder gelaſſen wird.

Durch das Aufwickeln auf eine koniſche Trommel vermehrt ſich der Halbmeſſer, an dem dieß Gegengewicht wirkt, in demſelben Maaßſtabe, wie der Hebel ſinkt, oder an reſpektiver Schwere zunimmt. Wenn der Kohlenwagen in das Boot ausgeleert worden, ſo hebt ſich durch dieſes Gegenge-

wicht der Hebel wieder von selbst in die Höhe, und die Wirkung dieses Gewichts nimmt wieder in demselben Maaßstabe ab, wie der Hebel steigt, und daher weniger Kraft zum Heben desselben erforderlich ist. Die Plattform, auf welche die auszuladenden Kohlenwagen gestellt werden, ist der zuerst beschriebenen ganz ähnlich. Wenn der volle Wagen auf dieselbe gestoßen wird, so ist sie durch zwei eiserne Klammern mit dem Gerüst verbunden; diese beiden Riegel werden alsdann umgedreht und durch vorgesteckte Pflöcke befestigt, so daß sie den Wagen verhindern, von der Höhe zu gehen.

Durch ein an dem untern Ende des Hebelgerüstes angebrachtes Gegenwicht, ist das eigene Gewicht desselben in jeder Lage balancirt.

Unmittelbar vor dieser Ausstürzbühne ist ein Bremsberg, auf dem die Wagen ebenfalls mit einem Gegengewicht herunter gebremst, und die leeren Wagen dann durch dasselbe wieder in die Höhe gezogen werden.

Die Höhe des Bremsberges beträgt etwa 25 Fuß, welches die Höhe des bedeckten Magazins ist, in dem die Kohlen aufbewahrt werden, wenn sie nicht gleich verschifft werden können. Das Bremsrad befindet sich an einer Trommel, auf der ein Seil läuft, durch welches der Wagen herabgelassen wird.

Auf einem andern Trume derselben Trommel wickelt sich das Seil auf, an dem das Gegenwicht wirkt. Um den Weg desselben abzukürzen, ist das andere Ende dieses Seils an dem Gerüst befestigt und über eine Leitungsrolle geführt. Das Gewicht hängt an einer losen Rolle wie an einem Flaschenzug, so daß das Seil doppelt so lang aufgewickelt werden muß, als der Weg des Gegengewichts beträgt.

Mit dieser sehr bequemen Ausladevorrichtung können durch 2 Mann in einer Stunde 48 Chaldrons = 2544 Ztr. verladen werden.

Die dritte Art dieser Vorrichtung weicht mehr von den beiden andern ab; es ist ebenfalls ein Hebelgerüst, dessen oberer Arm 24 Fuß, dessen unterer Arm 15 Fuß lang ist. Die

obere Vorrichtung der Plattform ist genau wie an den vorherbeschriebenen Maschinen. An dem untern Ende befindet sich ein sehr bedeutendes Gegengewicht, welches nicht nur dem Hebel selbst, sondern auch dem beladenen Wagen, so weit es nothwendig ist, in jeder Stellung beim Niederlassen das Gleichgewicht hält, und den leeren Wagen wieder in die Höhe zu heben im Stande ist. Zugleich befinden sich unten an dem Hebel zwei gezahnte Quadranten, aus einzelnen Stücken von Gußeisen zusammengesetzt, welche in zwei kleine Getriebe, die sich an einer Axe befinden, eingreifen. An derselben befindet sich auch ein Bremsrad, wodurch die Geschwindigkeit des Hebels beim Auf- und Niederlassen bestimmt wird. Um nun auch sonst den Hebel in jede Lage bringen zu können, dient ein großes Zahnrad an der vorbenannten Axe, worin ein kleines Getriebe eingreift, an dessen Axe sich zwei Kurbeln befinden. Diese Vorrichtung steht unter dem Gerüste, worauf das Ende des Schienenwegs liegt, in einem bedachten Raum, so daß von außen nur der sich hin und her bewegende Hebel gesehen werden kann.

Sechstes Kapitel.

Von den Dampfwagen.

Die gewöhnlich auf Eisenbahnen in Anwendung kommenden bewegenden Kräfte sind: 1) Pferde, über deren Wirkung wir schon im zweiten Kapitel dieses Werks das Nöthige geredet haben; 2) Dampfwagen (bewegliche oder ortsverändernde Dampfmaschinen, Locomotive, Remorqueur fr., Locomotive engine, engl.) welche Gegenstand dieses Kapitels bilden werden; 3) die Schwerkraft und 4 feststehende Dampfmaschinen, von denen wir in den folgenden Kapiteln reden werden.

Ehe wir zu der Beschreibung der Dampfwagen in der jetzigen vollkommneren Form übergehen, müssen wir zuvörderst eine Reihe von geschichtlichen Betrachtungen über diese wichtige Erfindung anstellen, wobei wir Dr. Lardner [1]) folgen. Wir bemerkten schon mehrmals in diesem Werke, daß in England Kapital und Kunstfertigkeit in neuester Zeit mit ungemeiner Thätigkeit auf die Verbesserung des Binnenverkehrs verwendet worden, und dieser wichtige Hebel der Volkswohlfahrt und der Civilisation hat dadurch eine bedeutende Kraft erlangt. Man erblickt jetzt Wirkungen, welche man, wären sie vor wenigen Jahren genannt worden, nur für Träume gehalten haben würde. Wer hätte es für möglich gehalten, eine schwere eiserne Maschine, mit mehreren hunderten Reisenden beladen, mit einer bedeutenden Last von Wasser und Steinkohlen, auf der Straße von Manchester nach Liverpool, eine Strecke von 30 englischen Meilen in einer Stunde durchfliegen zu sehen? Dieß sieht man jetzt täglich, ja stündlich. Und doch ist die Straße, auf welcher wir dieses Wunder sehen, keineswegs die günstigste für die Leistungen solcher Maschinen. Sie hat eine wellenförmige Fläche und Unebenheiten, welche die Geschwindigkeit weit mehr vermindern, als es bei ähnlichen Ungleichheiten auf einer gewöhnlichen Heerstraße der Fall seyn würde. Die hier erreichte Geschwindigkeit ist nicht weniger wunderbar, als das Gewicht der fortgeschafften Lasten. Was sie in dieser Hinsicht leistet, übersteigt weit die Bedürfnisse selbst der beiden größten Handelsplätze Großbritaniens. Lasten von 50 bis 150 Tonnen werden 15 Meilen weit in einer Stunde fortgeschafft; aber die Dampfwagen sind in diesem Falle unter dem Maße ihrer Leistungskraft beladen, und einmal wurde eine Last von 230 Tonnen mit einer Geschwindigkeit von 12 Meilen auf die Stunde fortgeschafft.

---

1) Die Dampfmaschine faßlich beschrieben und erläutert, insbesondere in ihrer praktischen Anwendung auf Eisenbahnen und Dampfschifffahrt ꝛc. Nach der 5ten Aufl. a. d. Englischen. Leipzig 1836, S. 133 ꝛc.

Das Erstaunen, das solche Leistungen erregen, würde sich vermindern, wenn die Kunst der Dampffahrt auf Eisenbahnen schon zu ihrer Reife gelangt wäre, und jene Vollkommenheit erreicht hätte, deren eine solche Kunst immer fähig ist, wenn lange Erfahrung, umfassende wissenschaftliche Kenntnisse und unermeßliche Geldmittel ihr zu Hülfe kommen. Aber dieß ist hier nicht der Fall. Die Kunst, Dampfwägen zu bauen, ist noch so wenig zu ihrer Reife gekommen, daß sie noch nicht einmal aus dem Zustande der Kindheit getreten ist. Die Leistungskraft der Dampfwagen war vor der Eröffnung der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester selbst unter Männern vom Fache so wenig bekannt, daß man die Fortschaffung schwerer Güter als den Hauptgegenstand der Unternehmung und als die Hauptquelle der zu erwartenden Einkünfte betrachtet. Die unglaubliche Geschwindigkeit der Fortschaffung, die selbst bei dem ersten Versuche im Jahre 1830 erlangt wurde, wirkte auf das Publikum und selbst auf wissenschaftlich gebildete Männer wie eine neue unerwartete Erscheinung. Die Einnahme, welche die Eisenbahn seit ihrer Eröffnung von Reisenden erhielt, betrug gegen alle Erwartung beinahe doppelt so viel, als die Wagenfracht. Man war in dem Baue der Dampfwagen so unerfahren, daß die Unternehmer anfänglich in Zweifel waren, ob sie große, auf verschiedenen Punkten der Bahn aufgestellte Dampfmaschinen aufstellen sollten, um die Wagen von Station zu Station zu ziehen, oder ob bewegliche Maschinen nützlicher wären, die Ladung auf der ganzen Bahnlinie fortzuschaffen. Als sie sich zur Anwendung beweglicher Maschinen entschlossen hatten, mußten sie bis auf diesen Augenblick mit den Nachtheilen des Mangels an jener Kenntniß kämpfen, welche allein die Erfahrung zu geben vermag. Man hat die Maschinen stets hinsichtlich ihrer Schwere und ihrer Verhältnisse, ihrer Größe und ihrer Gestalt vermindert, wie es die Erfahrungen jedes Monats an die Hand gaben. Zeigten sich Mängel, so ward ihnen abgeholfen, vorgeschlagene Verbesserungen wurden ausgeführt und überall Maschinen

von solcher Leistungskraft verfertigt, daß man die ältern aufgab, nicht weil sie abgenutzt, sondern weil sie durch den raschen Fortschritt der Verbesserungen zurückgedrängt waren. Dazu kommt, daß bis jetzt nur eine Art von Dampfwagen erprobt worden ist; die Leistungsfähigkeiten anderer müssen sich aber erst entwickeln, und selbst diejenige Form von Maschinen, mit welchen man so viele Versuche im Großen gemacht hat, um sie zur Vollkommenheit zu bringen, sind noch weit von diesem Punkte entfernt und haben Mängel, von denen viele, wie ein Jeder einsehen wird, durch Zeit und Erfahrung abgeholfen werden. Wenn nun mit Dampfwagen, die alle Unvollkommenheiten einer jungen Erfindung haben, die der gewöhnlichen Vortheile einer vollen Anwendung der Kunstfertigkeit und Geldmittel des Landes entbehren, und nur erst in einem große Versuche erprobt worden sind, bereits die von uns angegebenen Wirkungen erlangt wurden, was läßt sich nicht von dieser außerordentlichen Kraft erwarten, wenn der Unternehmungsgeist dieses Landes entfesselt seyn, wenn ein größeres Feld der Erfahrung sich geöffnet haben wird, wenn Zeit, Erfindungsgeist und Geldmittel die jetzigen Unvollkommenheiten entfernt und neuere und wirksamere Principien an das Licht gebracht haben werden? Dieß ist nicht blos ein Grübeln über Möglichkeiten, sondern es ist eine Aussicht, welche uns wirkliche Fortschritte näher führen. Es werden Eisenbahnen zwischen den bedeutendsten Punkten des Verkehrs in dem vereinigten Königreiche angelegt, und Dampfwagen für Heerstraßen vorbereitet, da die Ausführbarkeit und Nützlichkeit dieser Anwendung die Dampfmaschine nicht nur durch Versuche für die Unternehmer genügend bewährt, sondern auch durch Untersuchungen eines von dem Parlamente ernannten Ausschusses erwiesen worden sind.

Die für den Handel und die politischen Verhältnisse wichtigen Wirkungen einer solchen vermehrten Erleichterung und Geschwindigkeit in der Fortschaffung von Gütern und Personen, fallen zu sehr in die Augen, als daß sie hier einer umständlichen Darstellung bedürften. Ein, oft bedeutender,

Theil des Preises aller Bedürfnisse und Luxusartikel besteht in der Fortschaffung derselben von den Producenten zu dem Verzehrer und daher muß jede Verminderung oder Ersparung dieser Kosten eine Herabsetzung des Preises aller fortgeschafften Gegenstände herbeiführen, d. h. aller Dinge, die für den Lebensunterhalt der Armen, oder für den Genuß des Reichen nöthig sind. Die wohlthätigen Wirkungen dieser Herabsetzung werden sich nicht blos auf den Verzehrer, sondern auch auf den Erzeuger erstrecken. Durch die Verminderung der Fortschaffungskosten, sey es bei den Erzeugnissen des Bodens, oder des Webestuhls, wird eine geringere Menge solcher Erzeugnisse angewendet werden müssen, um das Uebrige auf den Markt zu bringen und der Producent wird daher einen größern Lohn für seine Arbeit haben. Der Ackerbauer wird diese wohlthätigen Folgen selbst mehr als der Manufakturist fühlen, weil bei den Erzeugnissen des Bodens die Fortschaffungskosten verhältnißmäßig größer sind, als bei den Manufakturwaaren. Sind 200 Scheffel Weitzen nöthig, nur 400 zu erndten, und 100 mehr, um 400 zu Markte zu bringen, so wird der reine Ueberschuß nur 100 seyn; wenn aber durch den Gebrauch von Dampfwagen dieselbe Getreidemenge für den Werth von 50 Scheffeln zu Markte gebracht werden kann, so wird der Ueberschuß auf 150 Scheffel steigen, und der Vortheil des Pachters, oder der Pachtzins des Gutsherrn muß in demselben Verhältnisse vermehrt werden. Der Ackerbauer würde jedoch nicht blos durch einen erhöhten Betrag des bereits angebauten Bodens gewinnen. Jede Verminderung der Fortschaffungskosten für Bodenerzeugnisse würde Veranlassung zum Anbau von minder fruchtbaren Bodenflächen geben, deren Ertrag jetzt nicht die Kosten des Anbaues und der Fortschaffung erstatten könnte. So würden Ländereien urbar gemacht werden, die jetzt wüst liegen. Es ist bekannt, daß das Land von einem bestimmten Grade der Fruchtbarkeit durch vermehrte Anwendung von Geldmitteln einen höhern Ertrag gewährt; durch die Verminderung der

Fortschaffungskosten aber wird eine Ersparung gemacht werden, die den Landbauer in Stand setzt, den bereits angebauten Ländereien die ersparten Geldmittel zuzuwenden, und dadurch ihren jetzigen Ertrag zu erhöhen. Es würde daher eine solche Wirkung nicht nur eine Vermehrung des Umfanges der angebauten Ländereien, sondern auch einen bessern Anbau des bereits fruchtbaren Bodens zur Folge haben.

Der Angabe nach hat Großbrittanien gegen eine Million Pferde, die auf verschiedene Weise zur Fortschaffung von Personen und Gütern gebraucht werden, und die Unterhaltung jedes Pferdes fordert so viel Land, als zum Lebensunterhalt von acht Menschen hinreichend wäre. Würde nun dieser Betrag von thierischer Kraft durch Dampfmaschinen ersetzt, und das Fortschaffungsmittel aus dem Schooße der Erde gezogen, statt von ihrer Oberfläche genommen werden, so würde, wenn jene Berechnung richtig ist, eben so viel Land für den Unterhalt von Menschen frei werden, als für einen Bevölkerungszuwachs von acht Millionen hinreichend wäre, oder die Unterhaltsmittel der jetzigen Volksmenge würde um ein Drittheil des jetzigen Ertrags steigen. Der Einwurf, daß es Land gebe, dessen Ertrag nur zum Unterhalt von Pferden dienen könne, und solches Land dann nicht mehr bebauet werden würde, verdient keine Beachtung. Ob es eine beträchtliche Menge solcher Ländereien gebe, ist sehr zu bezweifeln. Wo ist der Boden, der ein Pferd nähren, aber nicht Ochsen, nicht Schafe, der nicht für Menschen Nahrung geben würde? Aber gesetzt, es gebe einen kleinen Theil solcher Ländereien, so kann er denjenigen nicht übersteigen, ja nicht erreichen, der hinlänglich zur Ernährung der Anzahl von Pferde seyn würde, die noch immer, entweder zum Vergnügen, oder in mehren Fällen, wo Dampfkraft nicht anwendbar wäre, gebraucht werden möchten. Auch ist zu beobachten, daß die Verminderung des Preises der Pferde, durch das Aufhören einer umfassenden Benutzungsart derselben, den Begehr für andere Zwecke vermehren würde.

Die Verminderung der Fortschaffungskosten wird den Marktpreis der Manufakturwaaren herabsetzen und dadurch ein vermehrter Verbrauch derselben herbeigeführt werden. Diese Bemerkung gilt nicht blos für den einheimischen, sondern auch für den auswärtigen Markt. In Beziehung auf viele Manufakturzweige genießt England (leider, leider!) bereits ein Monopol auf fremden Märkten. Die Preisverminderung, welche durch Wohlfeilheit und Leichtigkeit der Fortschaffung herbeigeführt werden muß, wird Englands Vortheile steigern. Eine nothwendige Folge wird das Bedürfniß der Vermehrung arbeitender Hände in den Manufakturen seyn, und diese Vermehrung wird auf das Interesse des Akerbaues zurückwirken, indem sie seinen Erzeugnissen einen erweiterten Markt öffnet. So verflochten und verwickelt sind die Fäden, welche das Gewebe des hochcivilisirten und künstlichen Gemeinwesens in England bilden, daß eine, in irgend einem Punkte hervorgebrachte Wirkung auf die entferntesten und, dem Anscheine nach, gar nicht mit ihm verbundenen Theile, sogleich ihren Einfluß ausübt.

Die beiden Vortheile, vermehrte Wohlfeilheit und Geschwindigkeit werden nicht nur den bestehenden Verkehr erweitern, sondern auch neue Gegenstände des Handelsverkehrs ins Leben rufen. Wie die vrmind^erten Fortschaffungskosten zum Anbau neuer Ländereien Anlaß geben, so öffnen sich neue Märkt für Manufakturwaaren und Erzeugnisse des Bodens. Die große Geschwindigkeit der Fortschaffung, die sich als ausführbar erwiesen hat, muß einen Handel zwischen entfernten Punkten in Beziehung auf Gegenstände öffnen; die nicht über eine gewisse Zeit hinaus brauchbar bleiben. Dahin gehören viele Arten von Gewächsen und thierischen Nahrungsmitteln, die jetzt auf diejenigen Märkte beschränkt sind, welche dem Anbauer oder Viehzüchter nahe liegen. Die Richtigkeit dieser Bemerkung ergiebt sich aus den Folgen der Dampfschifffahrt auf dem Kanal zwischen England und Irland. Die Städte des westlichen Englands sind jetzt Märkte für eine ungeheure Menge von irl ädischen

Erzeugnissen, die früher gar nicht ausgeführt werden konnten. Können die Thiere, welche zur Nahrung dienen, von dem Viehzüchter dem Consumirenden lebendig zugeführt werden, so wird kein Markt zu entfernt seyn, sobald das Thier den Weg zurückzulegen im Stande ist und die Kosten des Unterhalts auf der Reise nicht zu groß sind. Es giebt nur einige Thiere, die auf gewöhnlichen Straßen und auf Wagen, die von Pferden gezogen werden, sich fortschaffen lassen. Auf Eisenbahnen aber können große Lasten so rasch fortgeschafft werden, daß sich Vieh aller Art eben so leicht als wohlfeil selbst an die entferntesten Orte führen läßt.

Die moralischen und politischen Folgen einer so großen Veränderung in den Mitteln, Personen und Geisteskräfte von einem Orte zum andern zu schaffen, lassen sich kaum berechnen. Die Vereinigung von Verstand und geistiger Regsamkeit, die in einer großen Hauptstadt immer als in einem großen Mittelpunkte stattfindet, wird sich in einem bedeutenden Umfange auf das ganze Reich erstrecken. Es wird dieselbe Wirkung eintreten, als ob alle Entfernungen vermindert wären, in dem Verhältnisse, in welchem Schnelligkeit und Wohlfeilheit der Fortschaffung zunehmen. Städten, die jetzt weit von der Hauptstadt entfernt sind, werden ihre Vorstädte, die eine Tagereise weit sind, in ihre Nähe gerückt. Mögen diejenigen, die solche Erwartungen für Träume halten, sich erinnern, wie vor nicht langer Zeit die Volksmeinung über Dampfschifffahrt urtheilte. Die Möglichkeit, den Kanal zwischen England und Irland und dem Meere, welche die brittischen Inseln bespülen, mittelst der Dampfmaschine zu befahren, wurde zu einer Zeit, die vielen noch nicht über die Lebensmitte hinausgeschrittenen Zeitgenossen gegenwärtig ist, als eine Schwärmerei betrachtet. Seeleute und wissenschaftlich gebildete Männer verwarfen ungläubig solche Entwürfe, und bemitleideten fast den Verstand derjenigen, die auch nur einen Augenblick sich damit beschäftigen konnten. Und doch haben wir es erlebt, daß Dampfschiffe nicht nur das brittische Meer befahren,

sondern auch längs allen europäischen Küsten steuern. Die Meere zwischen Egypten und den brittischen Besitzungen in Asien, die Meere, welche die westindischen Colonien trennen, haben der Kraft der Dampfmaschine eben so wenig Gränzen zu setzen vermocht. Die Stürme des stillen Meeres haben das Dampfschiff Entreprise nicht abgehalten, das Vorgebirge zu umsegeln, und Indiens Küsten zu erreichen. Wird der Dampf nicht als das einzige Mittel benutzt, die entferntesten Theile der Erde zu verbinden, so wird es nicht darum unterlassen, weil er zur Erreichung dieses Zweckes unzureichend wäre, sondern weil der Stoff, aus welchem er bis jetzt seine Kraft bezieht, die Steinkohlen, durch örtliche und zufällige Umstände beschränkt ist.

Wir wollen nun die Mittel, durch welche die angegebenen Wirkungen hervorgebracht wurden, ins Auge fassen und zeigen, wie und in wiefern jene Mittel benutzt worden sind, und welcher Verbesserungen sie noch fähig zu seyn scheinen.

Es ist ein sonderbarer Umstand, daß in der Geschichte dieser Erfindung viel Zeit und viel Scharfsinn vergebens aufgewendet ward, um eine Schwierigkeit zu besiegen, die sich endlich als eine eingebildete ergab. Will man begreifen, wie ein Wagenrad von Dampf fortgetrieben werde, so nehme man an, es sey ein Zapfen in die Speiche des Rades in einiger Entfernung vom Mittelpunkte befestigt, und es wirke auf diesen Zapfen eine Kraft in der Art, daß sich das Rad umdrehe. Wenn der Felgenkranz und die Oberfläche der Straße ganz glatt wären, und keine Reibung stattfände, so daß die Felge ohne Widerstand auf der Straße fortglitte, so würde die angewendete Kraft blos die Wirkung haben, das Rad umzudrehen, der Wagen aber stehen bleiben, während die Radfelge beim Umdrehen des Rades fortglitte. Wäre dagegen der Druck des Felgenkranzes auf die Straße so stark, daß wischen beiden eine Anhaftung (Adhäsion) statt fände, die es dem Rade unmöglich machte, durch Wirkung der auf dasselbe angewendeten Kraft auf der Straße fortzugleiten,

so würde die Folge seyn, daß sich das Rad unter dem Einflusse der es bewegenden Kraft, umdrehen müßte, wodurch der Wagen zum Fortrücken genöthigt werden würde und zwar um eine Strecke, die bei jeder vollständigen Umdrehung des Rades, dem Umfange desselben gleich wäre.

Es fällt in die Augen, daß diese beiden Wirkungen nur theilweise hervorgebracht werden können, die Adhäsion des Rades und der Strassenfläche kann unzulänglich seyn, das Gleiten gänzlich zu verhüten, aber doch zu verhindern hinreichend, daß das Rad so schnell gleite, als es sich umwälzt. Unter solchen Umständen würde der Wagen fortrücken, und das Rad gleiten. Die fortschreitende Bewegung des Wagens während einer vollständigen Umdrehung des Rades würde gleich seyn der Differenz zwischen dem vollständigen Umfange des Rades und dem Theile, durch welchen es bei einer Umdrehung fortgeglitten ist.

Als man sich mit dem Baue der Dampfwagen zu beschäftigen anfing, und noch lange Zeit nachher, glaubten die Kunstverständigen, die Adhäsion zwischen dem Felgenkranze und der Strassenfläche müsse nothwendig sehr unbedeutend seyn, und die fortbewegten Räder würden entweder völlig gleiten, oder kein Fortrücken des Wagens bewirkt werden, oder ein ansehnlicher Theil der forttreibenden Kraft würde durch theilweises Gleiten der Räder verloren gehen. Es ist doch sonderbar, daß es so vielen scharfsinnigen Männern, die sich mehrere Jahre lang mit solchen Versuchen und Unternehmungen beschäftigten, nie einfiel, durch Versuche den wirklichen Betrag der Adhäsion zwischen den Rädern und der Straßenfläche in einem einzelnen Falle auszumitteln. Wenn sie dies gethan hätten, so würden wir jetzt die Dampfwagen wahrscheinlich in einem vollkommenern Zustande sehen. [1])

---

[1]) Die erste Idee, Fuhrwerke mittelst Dampfmaschinen zu treiben, soll bereits 1755 der Franzose Gautier gehabt haben und ohngefähr um dieselbe Zeit äußerte der englische Physiker Robison gegen den berühmten Mechaniker Watt, daß es vortheilhaft

Um dieser eingebildeten Schwierigkeit abzuhelfen, wollten Trevithik und Vivian die äußere Fläche der Radfelgen rauh und uneben machen, und sie zu diesem Zwecke mit Nägeln beschlagen, oder in der Quere mit Rinnen durchschneiden. Wo bedeutende Anhöhen zu befahren waren, wollten sie bei dem Hinanfahren Stifte oder Nägel hervortreten lassen, welche in die Straßenfläche eingreifen könnten.

Sieben Jahre nach der Erbauung des von Trevithik und Vivian angegebenen Dampfwagens ward ein anderer von Blenkhinsop gebaut, der 1811 ein Patent für die Anwendung desselben auf Eisenbahnen erhielt. Die Eisenbahn zeigte nun nicht mehr glatte Eisenschinen, sondern eine Reihe hervorragender Zähne, einem Zahnrade ähnlich, längs der ganzen Bahnlinie. Die Räder des Dampfwagens hatten ähnliche Zähne, welche in die gezähnten Schienen eingriffen und auf diese Weise ward eine fortschreitende Bewegung des Wagens bewirkt. Eine spätere Erfindung zur Besiegung der vermeintlichen Schwierigkeit ward im Jahre 1812 von den Gebrüdern Chapmann angegeben. Sie bestand in einer Kette, die sich längs der Mitte der Bahnlinie von einem Ende bis zum andern ausdehnte. Diese Kette lief einmal um ein mit Rinnen in der Felge versehenes Rad unter dem

---

seyn würde, Wagen durch Dampf zu bewegen; doch kam der Gedanke nicht zur Ausführung. Die Condensationsvorrichtung war ein großes Hinderniß dabei. Erst als die Hochdruckmaschinen, bei denen gar keine Condensation der Dämpfe stattfindet, bekannt wurden, war es daher möglich, Dampfwagen zu bauen. Obgleich man das Princip der Hochdruckmaschinen schon lange kannte, so baueten doch erst Trevithik und Vivian im Jahre 1802 die erste Hochdruckmaschine, die in England eine umfassende praktische Anwendung erhielt. 1804 erlangten dieselben Mechaniker ein Patent um mittelst derselben Maschine Wagen auf Eisenbahnen fortzutreiben und machten damit im Jahre 1804 einen gelungenen Versuch auf der Eisenbahn zu Merthyr Tydril in Südwales. (S. Lardner a. a. O. 138 ꝛc.)

Mittelpunkte des Wagens, so daß, wenn dieses Rad durch die Maschine umgedreht wurde, da die Kette nicht gleiten konnte, der Wagen auf der Straße fortgerückt wurde. Man gab aber diese Erfindung bald auf, weil durch die Reibung der Kette ein ungeheurer Kraftverlust herbeigeführt wurde.

Das nächste Jahr 1813 brachte eine sehr sinnreiche Erfindung zu demselben Zweck, ein Paar mechanische Beine oder Füße, welche den Thierfüßen ähnlich, gehen und den Wagen fortschieben sollten; jedoch kann diese Erfindung mehr für eine Probe großen Scharfsinnes, als für eine praktische nützliche Vorrichtung gelten.

Ungefähr um dieselbe Zeit wurde zuerst die wichtige Thatsache ausgemittelt, daß die Adhäsion, oder die Reibung der Räder mit den Schienen, auf welchen sie sich bewegen, ganz hinlänglich sey, die Maschine fortzutreiben, selbst wenn sie eine große Last nach sich zöge, und daß in diesem Fall die fortschreitende Bewegung ohne Gleiten der Räder würde bewirkt werden können. Die Folgen dieser Thatsache machten alle Erfindungen, um die Räder auf der Straße fortzutreiben, unnütz. Der Versuch, welchem man dieß Ergebniß verdankte, zeigte, daß auf einer ebenen Bahn mit ganz reinen Schienen die Adhäsion der Räder bei jedem Wetter hinlänglich war, beträchtlich beladene Wagen fortzutreiben. Es wurde zuerst mit Handarbeit ausgemittelt, wie viel Gewicht die Räder eines gewöhnlichen Wagens tragen würden, ohne auf der Bahn zu gleiten, und als man das Verhältniß zu dem Gewichte gefunden hatte, ergab sich, daß das Gewicht der Maschine eine hinlängliche Adhäsion hervorbringen würde, die nöthige Anzahl von Wagen auf einer Eisenbahn hinter sich zu ziehen.

Im Jahre 1814 wurde von Stephenson zu Killingworth eine Maschine erbauet, die zwei Cylinder mit einem cylindrischen Kessel hatte und zwei Paar Räder durch Kurbeln bewegte, die in rechten Winkeln angebracht waren, so daß wenn die eine in voller Thätigkeit war, die andere ruhte. Die Kurbeln wurden in jener Stellung durch eine Kette

ohne Ende erhalten, die um zwei gezähnte Räder unter der Maschine lief, welche an die Achse der Wagenräder befestigt waren. Die Räder waren an den Achsen befestigt und drehten sich mit ihnen. Die in Fig. 116 gegebene Abbildung zeigt die Seiten der Maschine offen um den innern Mechanismus zu zeigen. AB ist der cylindrische Kessel, CC die Cylinder, DE die gezähnten Räder, die von der endlosen Kette umgeben an den Achsen der Maschinen-Räder befestigt sind. Diese Räder vollenden gleichzeitig ihre Umdrehung, so daß, wenn die Kurbel F zu dem niedrigsten Punkte hinabsteigt, die Kurbel G von dem niedrigsten Punkte zur horizontalen Stellung D hinaufgeht, und wenn die Kurbel F von dem niedrigsten Punkte zur horizontalen Stellung E hinangeht, die andere Kurbel zu dem höchsten Punkte steigt u. s. w. Bei dieser Maschine wurde eine schöne Erfindung angebracht, mittelst welcher sie auf Federn von Dampf ruhte. Kleine Cylinder, die sich bei H befinden, sind an eine Seite des Kessels geschraubt und ragen darin um einige Zolle vor; sie haben offene Verbindung am obern Theile mit dem Wasser oder Dampfe im Kessel. Die Kolben J bewegen sich dampfdicht in diesen Cylindern. Diese sind am Boden offen, und die Kolbenstangen an den Wagen der Maschine geschraubt, über der Achse jedes Räderpaares. Wie die Maschine in der Figur dargestellt ist, wird sie von 4 Kolben, 2 auf jeder Seite, getragen. Die Kolben werden vom Wasser oder vom Dampfe im obern Theile des Cylinders gedrückt, und da der Dampf im höchsten Grade elastisch ist, so hat die Maschine alle Vortheile, die das Hängen in Federn geben kann. Die Mängel dieser Erfindung aber gehen daraus hervor, daß, wenn der Dampf die zum Tragen der Maschine nöthige Elastizität verliert, die Kolben in die Cylinder hinabgehen, bis sie auf den Boden kommen und alle Elastizität aufhört. In einer später von Stephenson erbauten Maschine wurde die Vorrichtung, die Räder durch eine Kette ohne Ende und durch Zahnräder zu verbinden, wieder aufgegeben. Dieselbe Wirkung wird erreicht, indem die beiden Kurbeln durch eine

gerade Stange mit einander verbunden wurden. Alle Erfindungen dieser Art haben aber den großen Mangel, daß wenn die hintere und vordere Räder nicht vollkommen gleiche Dimensionen haben, immer ein Gleiten oder Schleppen auf der Straße stattfinden muß.

Das Wesen der Maschinerie verlangt, daß jedes Rad seine Umdrehung genau in derselben Zeit macht, und dabei folglich jedesmal über eine ganz gleiche Straßenlänge gehen muß. Ist daher der Umfang der Räder ungleich, so muß das Rad von kleinerem Umfange um so viel auf der Straße geschleppt werden, als es im Umfange den größern nachsteht, oder das größere Rad wird in entgegengesetzter Richtung geschleppt, um die Differenz auszugleichen. Da kein Mechanismus eine vollkommene Gleichheit in vier, viel weniger in sechs Rädern hervorbringen kann, so kann man annehmen, daß jenes Schleppen großentheils eine Folge des Princips der Maschine ist. Selbst wenn die Räder ursprünglich genau gebaut gewesen wären, können sie doch bei längerm Gebrauche nicht ganz gleichförmig bleiben.

Der nächste Anstoß zu den Fortschritten der Erfindung war das große Nationalwerk, die Städte Liverpool und Manchester durch eine doppelte Eisenbahn zu verbinden. Als dieß Unternehmen begann, war noch nicht entschieden, welche bewegende Kraft auf der neuen Bahn sich als das zweckmäßigste Fortschaffungsmittel erweisen möchte. Man hatte zwischen Pferdekraft, stehenden Dampfmaschinen und Dampfwagen zu wählen, aber das erste dieser Mittel ward aus nahe liegenden Gründen sogleich verworfen, und es blieb nur noch die Wahl zwischen den beiden andern.

Man kann sich der Dampfmaschine auf doppelte Weise bedienen, um Wagen auf einer Heerstraße oder auf einem Schienenwege fortzuschaffen. Bei der einen Benutzungsart ist die Dampfmaschine stehend, und zieht den Wagen oder den Wagenzug mittelst einer sich über die ganze Bahnlinie ausdehnenden Kette zu sich. Die Bahn ist in diesem Falle in mehrere kurze Räume getheilt, am Ende eines jeden steht

eine Dampfmaschine. Sind die Wagen bei der Maschine angekommen, die sie zieht, so werden sie losgemacht und mit dem Ende der Kette verbunden, die von der nächsten Dampfmaschine gezogen werden soll. So wird die Reihe von Maschine zu Maschine vollendet. Bei der andern Benutzungsart zieht die Maschine die Last auf dem ganzen Wege, und bewegt sich mit ihr.

Als die Bahn zwischen Liverpool und Manchester der Vollendung nahe war, gaben die Unternehmer den erfahrnen Kunstverständigen Stephenson und Lock, Walker und Rastrick den Auftrag, die Eisenbahnen zu besuchen, wo praktische Belehrung über die Wirkungen der stehenden Dampfmaschinen und Dampfwagen erwartet werden konnte, und sie erhielten von diesen Männern Berichte über das Zweckmäßige beider Benutzungsarten der Dampfmaschine [1]). Das Ergebniß der Vergleichung war, daß die Anlegung einer Reihe stehender Dampfmaschinen bedeutender Geldmittel erfordern würde, als die Erlangung einer gleichen Fortschaffungskraft durch Dampfwagen, daß die jährlichen Unterhaltungskosten bei stehenden Maschinen gleichfalls höher steigen würden, und folglich auch die Fortschaffungskosten bei diesen beträchtlicher seyn mußten. Das Anlagekapital wurde bei Dampfwagen 58,000 Pfund Sterling, bei stehenden Maschinen auf mehr als 121,100 Pfund Sterling, die jährlichen Ausgaben bei jenen 25,000 bei diesen 42,000 Pfund Sterling berechnet.

In Hinsicht auf Ersparniß hatten daher Dampfwagen den Vorzug; aber es traten noch andere Umstände ein, welche die Wahl der Unternehmer bestimmten. Tritt auf einem Theil der Bahnlinie, auf welcher stehende Maschinen wirken, ein Unfall ein, so entsteht auf der ganzen Linie eine Hemmung. Es würde daher in jedem Theile die wachsamste Aufmerksamkeit aller, auch noch so sehr beschäftigten Arbeiter

---

1) Die umständlichere Berechnungen findet man in Wood's practical treatise on railroads and interior communication in general. (2te Aufl. London 1832.)

erforderlich seyn; aber außerdem würden eben so nachtheilig, eben so hemmend für die ganze Bahn Unfälle seyn, die entständen, wenn eine Kette zerrisse oder in Unordnung geriethe, oder wenn eine der stehenden Maschinen in ihrer Wirksamkeit gestört würde. Bei Dampfwagen hingegen könnte ein Unfall nur den einzelnen Wagenzug treffen, den die Verunglückte Maschine zog, und selbst dann ließe sich der Schwierigkeit abhelfen, wenn man auf passenden Stellen der Bahnlinie Ersatzmaschinen vorräthig hätte. Bei stehenden Dampfmaschinen sind Unfälle allerdings unwahrscheinlicher, als bei Dampfwagen; aber wenn ein Unfall eintritt, sind die verderblichen Folgen weit größer, als bei jenen. „Das eine System — sagte Waker in seinem Berichte — gleicht einer von Liverpool nach Manchester reichenden Kette, und wenn ein Glied derselben verunglückt, so ist gleich das Ganze zerstört, wogegen das andere eine Anzahl kurzer und unverbundener Ketten gleicht.“ Wird auch eine derselben zerstört, so leiden die andern nicht darunter, und der Verlust kann leicht wieder ersetzt werden.

Die Unternehmer entschieden sich für den Dampfwagen. Es ward nun zuvörderst ein Preis von 500 Pfund Sterling auf den besten Dampfwagen gesetzt, und eine Zeit bestimmt, wo die Arbeiten der Preisbewerber einer öffentlichen Prüfung unterworfen werden sollten. Die Bedingungen waren, daß die Maschine keinen Rauch machen, daß der Dampfdruck nicht über 50 Pfund auf den Quadratzoll betragen, daß die Maschine wenigstens das Dreifache ihres Gewichts, und zwar nicht weniger als 10 Meilen in der Stunde ziehen, auf Federn stehen und nicht über 15 Fuß hoch seyn sollte.

Auch wurden Vorsichtsmaaßregeln gegen das Zerspringen der Kessel angegeben, und andere Punkte bestimmt, deren Erwähnung hier überflüssig seyn würde. Die Preisbewerbung ward im März 1829 eröffnet, und im Oktober desselben Jahrs sollte die Prüfung erfolgen. Es kamen drei Wagen zur Bewerbung, der Rocket von Stephenson, der Sanspareil von Hackworth, und der Novelty von Braith-

waithe und Ericſon. Der Rocket gewann den Preis. Zur Prüfung ward eine Bahnlinie, ungefähr zwei engliſche Meilen von Liverpool und Mancheſter beſtimmt. Die Entfernung zwiſchen den beiden Stationen war anderthalb Meilen, und die Maſchine mußte dieſe Entfernung zehnmal rückwärts und vorwärts zurücklegen, folglich überhaupt eine Reiſe von 30 engl. Meilen machen. Der Rocket legte die Reiſe zweimal zurück, zuerſt in 2 Stunden 14 Minuten und 8 Sekunden, dann in 2 Stunden 6 Minuten 49 Sekunden. Die Schnelligkeit war verſchieden auf verſchiedenen Theilen der Bahn, die größte Geſchwindigkeit etwas über 29 engl. Meilen, die geringſte $11^1/_2$ engl. Meilen in einer Stunde. Die durchſchnittliche Geſchwindigkeit auf der Reiſe war $13^4/_{10}$ Meilen, auf der andern $14^2/_{20}$ Meilen in einer Stunde. Der Rocket war der einzige Dampfwagen, der die verlangte Reiſe zurücklegte, die andern wurden durch Unfälle in ihren Verſuchen gehemmt [1]).

---

1) Die Dampfwagen auf der Eiſenbahn zwiſchen Liverpool und Mancheſter, deren es über 30 giebt, zerfallen nach den Dimenſionen ihrer Theile, von welchen ihre Wirkungskraft hauptſächlich abhängt, in fünf Klaſſen, und noch jetzt ſind deren vier im Gebrauch.

Klaſſe.	Durchmeſſer des Cylinders.	Kolbenhub.	Durchmeſſer der Räder.	Gewicht.	Druck auf den Quadrat-Zoll im Keſſel.
	Zoll.		Fuß Zoll	Tonnen.	Pfunde.
1.	14	16	4 6	12	50
2.	12	16	5 —	12	50
3.	11	16	5 —	8 — 9	50
4.	11	18	5 —	8 — 9	50

In die fünfte Klaſſe gehören die bei der Eröffnung der Bahn gebrauchten Dampfwagen. Ihre Cylinder haben 10 Zoll und noch weniger Durchmeſſer und Kolbenhub, Durchmeſſer der Räder und Gewicht der Maſchine ſind nach Verhältniß verſchieden. Sie werden jetzt faſt gar nicht mehr gebraucht.

Der große, bei dem Bau dieser Maschinen zu erreichende Zweck war, hinlängliche Leichtigkeit mit der größtmöglichsten

---

Von den 32 für die Gesellschaft gebauten Dampfwagen, von welchen sie noch 30 besitzt, haben 2 einen Cylinder von 14 Zoll im Durchmesser, 4 von 12 Zoll, 16 von 11 Zoll mit 16 Zoll Kolbenhub und 2 von 11 Zoll mit 18 Zoll Kolbenhub. Die übrigen 8 sind von geringern Verhältnissen und gehören in die fünfte Klasse. Alle haben einen wirklichen Druck von 50 Pfund auf den Quadratzoll im Kessel.

Nach jenen Dimensionen wird gewöhnlich die Wirkungskraft der Dampfwagen angegeben. Soll aber eine solche Angabe vollständig und zur Bezeichnung der Maschinen-Wirkung unter allen Umständen hinreichend seyn, so müssen noch zwei andere Elemente hinzugefügt werden, nemlich die Reibung der Maschine und der Umfang der heitzenden Oberfläche des Kessels.

Die bei stehenden Dampfmaschinen gewöhnliche Art, die Leistungsfähigkeit durch Vergleichung mit Pferdekräften auszudrücken, ist in allen Fällen mangelhaft und würde bei Dampfwagen gar nicht anwendbar seyn. Erstens ist die Wirkungskraft eines Dampfwagens nicht allein von der in dem Dampfe befindlichen Kraft abhängig, sondern auch von dem Gewichte der Maschine, welches eine größere oder geringere Adhäsion der Räder auf den Schienen verursacht, und folglich die Bewegung einer mehr oder weniger beträchtlichen Last bewirkt. Zweitens muß sich der Dampfwagen mit verschiedener Geschwindigkeit bewegen. Außer dem Gewichte der Ladung ist auch der Umstand zu berücksichtigen, daß die Maschine, indem sie sich fortbewegt, ihre eigene Reibung zu überwinden hat. Diese Reibung die daher immer als eine unveränderliche Größe bei dem Widerstande erscheint, von welchem sie zuvörderst abgezogen werden muß, beschränkt, nach Verhältniß der Geschwindigkeit der Bewegung, die in der Maschine übrig bleibende, auf die Ladung zu verwendende Kraft. Wenn wir daher die Kraft der Maschine durch die hervorgebrachte Wirkung bestimmen wollten, so würden wir finden, daß eine solche Schätzung bei jedem Grade der Geschwindigkeit, in welchem wir die Maschine betrachteten, verschieden ausfallen würde. Drittens bewegt sich der Dampfwagen dreimal bis viermal schneller, als ein Pferd vermag, und es würde daher eine unverständliche Fiktion seyn, seine Leistungsfähigkeit mit Pferdekräften zusammenzustellen. —

Hitzkraft zu vereinigen. Das Feuer wirkt auf doppelte Weise auf das Wasser, erstens durch seine strahlende Wärme, zweitens durch den Strom heißer Luft, den der Kanal im Heerd durch das Feuer treibt und der zuletzt in den Rauchfang übergeht. Zur Erreichung dieses Zweckes ist es nöthig, diesen beiden Wärmequellen die größtmöglichste Ausdehnung der mit dem Wasser in Berührung stehenden Oberfläche auszusetzen. Dieß geschah auf eine bewundernswürdige Weise durch Stephenson's Rocket.

Die in Fig. 116 dargestellte Maschine steht auf 4 Rädern, die Hauptlast aber ruht auf einem, durch die Maschine getriebenen Paare. Der Kessel ist ein 6 Fuß langer Cylinder mit flachen Enden. Der Rauchfang steigt an dem einen Ende herauf und am andern Ende ist ein viereckiger Kasten B angebracht, auf dessen Boden der Rost des Feuerheerdes sich befindet. Dieser Kasten besteht aus zwei eisernen, in einander gesetzten Behältern, zwischen welchen sich ein etwa 3 Zoll weiter Raum befindet; der Kasten ist 3 Fuß lang, 2 Fuß breit und 3 Fuß tief. Der äußere Behälter ist mit dem untern Theile des Kessels durch eine Röhre C verbunden; aber am obern Ende steht er durch die Röhre D mit dem obern Theile des Kessels in Verbindung. Wird daher Wasser in den Kessel gelassen, so fließt es durch die Röhre C in den, den Heerd umgebenden Raum, und steigt darin zu derselben Höhe die es im Kessel hat. Arbeitet die Maschine, so bleibt der Kessel ungefähr halb mit Wasser gefüllt, und daher ist der Raum um den Heerd ganz angefüllt. Der Dampf, der in dem Wasser erzeugt wird, weicht durch die Röhre D in den obern Theil des Kessels. Fig. 117 ist ein Längendurchschnitt der Figur, nach rechten Winkeln genommen. Durch den untern Theil des Heerdes gehen mehrere kupferne Röhren von geringem Umfange, die an einem Ende mit dem Feuerkasten, an dem andern mit dem Rauchfange in Verbindung stehen, und der heißen Luft von dem Heerde einen Ausgang nach dem Rauchfange verschaffen. Die brennenden Steinkohlen auf dem Roste verbreiten ihre Wärme durch Ausstrahlung, und

wirken auf dieſe Weiſe auf die ganze Oberfläche des den Feuerkaſten umgebenden Gehäuſes, wodurch die Temperatur der dünnen, in dem Gehäuſe enthaltenen Waſſerſchicht erhöht wird. Das erhitzte Waſſer ſteigt und geht in den Keſſel über, ſo daß ein beſtändiger Umlauf von erhitztem Waſſer unterhalten wird, und das Waſſer im Keſſel beinahe in derſelben Temperatur bleiben muß, wie das Waſſer im Gehäuſe. Die durch die brennenden Kohlen ſtrömende und den Feuerkaſten füllende Luft, wird mittelſt des Zuges durch die kupfernen Röhren geführt, welche ſich im untern Theile des Keſſels befinden, und da dieſe Röhren von allen Seiten vom Keſſelwaſſer umgeben ſind, ſo theilt dieſe Luft ihre Wärme durch die Röhren dem Waſſer mit. Sie geht endlich in den Rauchfang über, und wird durch den Luftzug ausgeführt. Die Wirkungskraft des Feuerheerdes iſt nothwendig durch die Kraft des Zuges im Rauchfange bedingt, und um dieſe zu vermehren und zu gleicher Zeit den überflüſſigen Dampf abzuführen, nachdem er den Kolben getrieben hat, wird derſelbe durch die Röhre L hinausgelaſſen, welche aus dem Cylinder in den Rauchfang geht und durch eine aufwärts gerichtete Mündung entweicht. Dieß ſchnelle Entſtrömen und die Leichtigkeit des Dampfes verurſachen einen ſehr ſtarken Luftzug im Rauchfange, wodurch der Zug auf dem Heerde verſtärkt wird. In Fig. 117 ſehen wir die Roſtſtäbe im untern Theile des Feuerkaſtens bei F. Die Maſchine hat zwei Cylinder, von welchen jeder ein Rad bewegt. Man ſieht in Fig. 117 nur einen, weil die Maſchine den andern verbirgt. Die Speichen, welche von dieſen Cylindern getrieben werden, ſtehen in rechten Winkeln an den Rädern. Die Räder befinden ſich an einer gemeinſchaftlichen Achſe, mit welcher ſie ſich umdrehen.

Die Waſſeroberfläche, welche den Feuerkaſten umgiebt und der Wirkung der ſtrahlenden Wärme ausgeſetzt iſt, hat in dieſer Maſchine 20 Quadratfuß, die von der Oberfläche von 6 Quadratfuß, brennender Steinkohlen auf dem Roſt Wärme erhält. Die der Wirkung der warmen Luft ausge-

ſetzte Oberfläche beträgt 118 Quadratfuß. Die Maſchine zog einen andern Wagen nach ſich, der Waſſer und Koaks führte.

Hackworths Sanspareil iſt Fig. 118 und in einem horizontalen Durchſchnitte Fig. 119. dargeſtellt. Der Zug des Feuerheerdes wird auf dieſelbe Weiſe, wie beim Rocket bewirkt, indem der überflüſſige Dampf auf dem Cylinder durch den Rauchfang ausgetrieben wird. Der Keſſel aber hat eine eigenthümliche Einrichtung. Eine gekrümmte Röhre geht durch den Keſſel, ungefähr wie bei der weiter vorn erwähnten ältern Maſchine von Trevithik und Vivian. In der Horizontalſektion Fig. 119 iſt D die Oeffnung des Heerds am Ende des Keſſels, bei dem Rauchfange. Die Roſtſtäbe ſieht man bei A. Eine gekrümmte Röhre, die durch den Keſſel geht, und in dem Rauchfange endigt, iſt mit B bezeichnet. Die Richtung des Zuges zeigt ein Pfeil an. C iſt ein Durchſchnitt des Rauchfanges. Die Cylinder ſtehen wie im Rocket auf beiden Seiten des Keſſels. Jeder bewegt ein einzelnes Rad, indem er auf die im rechten Winkel gegen einander ſtehende Speichen wirkt. Die Röhre, in welcher ſich der Roſt und der Feuerkanal befinden, nimmt im Durchmeſſer ab, indem ſie ſich dem Rauchfange nähert. An der Mündung, wo der Roſt liegt, beträgt der Durchmeſſer 2 Fuß, und wird nach und nach kleiner, bis er am Rauchfange nur 15 Zoll beträgt. Die Roſtſtäbe gehen 5 Fuß weit in die Röhre. Die der ſtrahlenden Wärme des Feuers ausgeſetzte Oberfläche des Waſſers, beträgt 16 Quadratfuß, und die der Wirkung der erwärmten Luft und die der Flammen ausgeſetzte gegen 75 Quadratfuß. Die Schicht des brennenden Feuers, welche Hitze ausſtrahlt, beträgt 10 Quadratfuß.

Der Novelti iſt Fig. 120 dargeſtellt. Einen Durchſchnitt des Dampferzeugers und des Keſſels zeigt Fig. 121. Die entſprechenden Theile ſind in beiden mit gleichen Buchſtaben bezeichnet. A iſt der Rezipient oder Dampferzeuger, der den für die Wirkung der Maſchinen erforderlichen Dampf enthält. Er ſteht mit B, dem untern Dampferzeuger in

Verbindung welcher in horizontaler Richtung nach der ganzen Länge der Maschine läuft. In A befindet sich der Heerd F, mit der Röhre C verbunden, die in dem Dampferzeuger hinaufgeht, nnd am Ende Schieber hat, welche die Luft ausschließen, und nur geöffnet werden, um auf den Rost F Steinkohlen zu bringen. Unter dem Roste ist der Heerd nicht offen, wie gewöhnlich, sondern durch die Röhre E mit einem Blasebalg D verbunden, der durch die Maschine in Thätigkeit gesetzt wird, und durch die Röhre E einen beständigen Luftstrom auf F gehen läßt, um das Feuer in einer lebhaften Flamme zu erhalten. Die auf dem Heerde enthaltene heiße Luft wird durch die kleine gekrümmte Röhre e (Fig. 121) ausgetrieben, welche sich wurmförmig durch den horizontalen Dampferzeuger zieht, und, nach und nach immer mehr verkleinert, endlich in den Rauchfang G geht. Bei dem Durchgange durch diese Röhre theilt die Luft ihre Hitze dem die Röhre umgebenden Wasser mit, und hat eine bedeutend verminderte Temperatur, wenn sie in den Rauchfang entweicht. Der Cylinder K bewegt mittelst einer Kurbel ein Räderpaar, und wenn es nothwendig ist, wird das andere Paar damit verbunden. Die Oberfläche der brennenden Kohlen hat in dieser Maschine weniger als 2 Quadratfuß. Die der strahlenden Wärme ausgesetzte Oberfläche hat $9^1/_2$ Quadratfuß, und die Oberfläche des der heißen Luft ausgesetzten Wassers gegen 33 Quadratfuß.

Die Vorzüge des Rocket liegen hauptsächlich darin, daß eine größere Oberfläche des Wassers der Wirkung des Feuers ausgesetzt ist. Bei einer geringeren Ausdehnung des Feuerheerdes als der Sanspareil hat, in dem Verhältniß von 3 zu 5, setzt er eine größere Wasseroberfläche der strahlenden Wärme aus, und zwar in dem Verhältniß von 4 zu 3 und eine größere Oberfläche des Wassers der erhitzten Luft, in dem Verhältnisse von mehr als 3 zu 2. Man fand, daß der Rocket, in Vergleichung mit dem Sanspareil, bei der Verdampfung einer gegebenen Wassermenge in dem Verhältnisse von 11 zu 28 Brennstoff verzehrte. Den Vorschlag, die

heiße Luft mittels Röhren durch das Wasser in den Rauchfang zu leiten, machte Booth [1]), der Kassirer der Aktien-Gesellschaft, welche die Eisenbahn von Liverpool nach Manchester angelegt hat, und nichts hat mehr zu der Wirksamkeit der seitdem gebrauchten Maschine beigetragen, als diese Verbesserung.

Der große Zweck den die Kessel in diesen Maschinen erreichen sollen, besteht darin, eine geringe Wassermenge mittelst einer geringen Menge von Brennstoff, der zu einer lebhaften Flamme angefacht wird, in einer sehr hohen Temperatur zu erhalten. Dieß kann nur bewirkt werden, wenn man erstens Kessel, Feuerheerd und Feuerkanäle so einrichtet, daß das Wasser in einer beständigen Berührung mit einer größtmöglichen Oberfläche sey, von welcher jeder Theil entweder unmittelbar der strahlenden Wärme des Feuers, oder mittelbar der Luft ausgesetzt ist, die durch das Feuer gegangen ist und endlich in den Rauchfang entweicht; und wenn zweitens ein so starker Zug auf dem Heerde erhalten wird, daß durch Verbrennung eine Wärmemenge aus den Steinkohlen gezogen wird, welche hinlänglich ist, das Wasser in der erforderlichen Temperatur zu erhalten und den Dampf mit hinreichender Geschwindigkeit zu erzeugen. Zur Erreichung dieser Zwecke muß der Kasten, welcher den Heerd enthält, ganz von Wasser umgeben, und unter der Höhe des Wasserstandes in dem Kessel seyn. Die der strahlenden Wärme ausgesetzte Oberfläche sollte so groß seyn, als es mit der Größe der ganzen Maschine vereinbar ist. Die Vorzüge, die der Rocket in diesen Hinsichten vor anderen Maschinen besaß, treten bei näherer Betrachtung hervor. Dann ist es nothwendig, daß die Wärme, welche von der durch die brennenden Kohlen ziehenden Luft aufgenommen wird, dem Wasser mitgetheilt werde, ehe sie in den Rauchfang entweicht. Da die Luft ein schlechter Wärme-

---

[1]) Er erhielt nur einen Theil des dem Rocket zuerkannten Preises, hat aber sonst keinen Antheil an dem Gewinn der Dampfmaschinenfabrik gehabt.

leiter ist, so muß, um dieß zu bewirken, die Luft in den Zügen des Heerdes in einer größtmöglichen Oberfläche der Berührung mit dem Wasser ausgesetzt werden. Keine Vorrichtung kann zu diesem Zwecke unpassender seyn, als eine oder zwei durch den Kessel laufende große Röhren, wie in den ältesten Dampfwagen. Die durch den Mittelpunkt dieser Röhren ziehende Luft war nicht in Berührung mit ihrer Oberfläche und kam folglich fast in derselben Temperatur, die sie bei dem Ausgange aus dem Feuer gehabt hatte, in den Rauchfang. Nur derjenige Theil der Luft, der zunächst an der Oberfläche der Röhre hinstreifte, theilte dem Wasser seine Wärme mit [1]).

---

[1]) Ueber die Einrichtung der erwähnten Röhre, welche den Dampf in den Rauchfang treibt, geben wir hier eine nähere Erklärung. Diese aufwärts gerichtete Röhre hat eine sehr kleine Mündung, die sich in der Mitte des Rauchfanges öffnet. Der Dampf, der bei jedem Ausströmen die Luftsäule hinauftreibt, die den Rauchfang füllte, läßt einen luftleeren Raum hinter sich, den unmittelbar die äußere Luft füllt, die nun durch den Heerd strömt. So wird nach Dampfausströmung das Feuer lebhaft angefacht. Dieser künstliche Luftstrom ist so nothwendig, daß, wenn die Blaseröhre beschädigt ist oder ein Leck hat, die Maschine fast unwirksam wird, weil der gewöhnliche Zug des Rauchfangs nicht stark genug ist.

Je enger die Mündung der Röhre ist, desto stärker ist der Luftzug und desto mehr wird das Feuer angefacht. Es wird daher in derselben Zeit mehr Dampf erzeugt, oder die Kraft der Maschine vermehrt. Dieß ist bei der Bestimmung der Wirkungskraft der Maschine ein wichtiger Punkt, denn wenn der Durchmesser der Blaseröhre gefunden wird, so ändert sich auch die wärmestrahlende Kraft des Kessels. In den Maschinen auf der Bahn zwischen Liverpool und Manchester ist der Durchmesser dieser Röhre $2\frac{1}{4}$ bis $2\frac{1}{2}$ Zoll. Man verkleinerte die Mündung nach und nach so sehr als es möglich war, ohne den Durchgang des Dampfes zu hindern, bis man endlich fand, daß sich durch weitere Verminderung des Durchmessers nicht mehr Kraft erlangen ließ.

Bei einem Durchmesser der Mündung von $2\frac{1}{2}$ Zoll oder 5 Quadratzoll Fläche und bei Cylindern von 11 Zoll Durchmesser,

Es giebt verschiedene Mittel, die Oberfläche des Wassers auszudehnen, die mit einer gegebenen, dasselbe durchziehenden Luftmenge in Berührung steht. Dieß würde geschehen, wenn man die Luft zwischen neben einander gestellten Platten durchziehen ließe, so daß der Luftstrom in dünne Schichten getheilt würde und Wasserschichten zwischen sich hätte, oder man könnte die Luft zwischen Röhren durchziehen lassen, die einen geringen Unterschied der Durchmesser hätten, indem das Wasser durch eine innere Röhre ginge und zugleich mit der äußeren Oberfläche der äußern Röhre in Berührung wäre. Eine solche Vorrichtung würde, dem Princip nach Watt's Jacke oder Mantel ähnlich seyn, oder dem Condensator in Cartwright's bereits beschriebener Maschine. Bei der Leichtigkeit, kleine Röhren zu verfertigen und sie in dem Kessel anzubringen, würde diese Vorrichtung wohl die ausführbarste seyn, wiewohl die Gestalt einer Röhre, geometrisch betrachtet, nichts weniger als günstig ist, eine in derselben enthaltene Flüssigkeit ihrer Oberfläche auszusetzen. Die Luft,

---

oder 190 Quadratzoll Fläche, d. h. bei einer Mündung, die nur 1/38 der Fläche der Cylinder beträgt, muß, wenn der gesammte Dampf auf diesem Wege entweichen soll, seine Geschwindigkeit in der Röhre 38 Mal so groß seyn, als im Cylinder. Die Geschwindigkeit der Ausströmung im Rauchfange wird daher bei den Dimensionen, die wir annehmen, 38 Mal so groß als die Geschwindigkeit des Kolbens seyn, oder 6 1/2 Mal so groß als die Geschwindigkeit der Maschine, da diese ohngefähr sechsmal so groß als die Geschwindigkeit des Kolbens ist.

Fährt der Dampfwagen 30 engl. Meilen in einer Stunde, so wird die Geschwindigkeit der Ausströmung der Blaseröhre 195 Meilen in einer Stunde gleich seyn, oder 286 Fuß in einer Sekunde, und da diese Geschwindigkeit nicht blos durch das Streben des Dampfes, in die Atmosphäre zu entweichen, hervorgebracht werden kann, so muß bei dieser großen Geschwindigkeit ein Theil der Kraft der Maschine selbst verwendet werden, um den Dampf auszutreiben, d. h. um das Feuer auf dem Heerde anzufachen. Da nun die Vermehrung der Wirkung durch ein Opfer der Kraft hervorgebracht wird, so muß ein Punkt kommen, wo der Vortheil durch den Aufwand aufgewogen wird, der nöthig ist, ihn zu erlangen, und wo aller Gewinn aufhört.

die aus dem Feuerbehältnisse strömmt, und bei dem Durchgange durch den Kessel in einer großen Anzahl kleiner Röhren sich vertheilt, kann ihren Ueberfluß an Wärme dem Wasser mittheilen, ehe sie in den Rauchfang geht. Dieß ist alles, was der schärfste Erfindungsgeist bewirken kann. Der Rocket hatte 25 Röhren, jede von 3 Zoll Durchmesser, und das Princip ist seitdem in einem noch weiteren Umfange angewendet worden.

Wenn der Luft, ehe sie den Rauchfang erreicht, ein großer Theil ihrer Wärme entzogen wird, so kann dieß eine Folge haben, die auf den ersten Blick mit der größten praktischen Schwierigkeit verbunden zu seyn scheint; der Rauchfang würde seinen Zug verlieren. Dieser Schwierigkeit aber ward abgeholfen, indem man den überflüssigen, aus dem Cylinder entweichendem Dampf benutzte, einen Zug in dem Rauchfange hervorzubringen. Dieser Dampf wurde durch aufwärts gerichtete Röhren mit solcher Gewalt getrieben, daß ein hinlänglicher Luftzug zum Anfachen des Heerdfeuers entstand.

Man wird bemerken, daß der Luftzug in dem Dampfwagen Novelty nach einem ganz verschiedenen Princip hervorgebracht wird, nämlich durch ein von der Maschine bewegtes Gebläse. Es fragt sich in Beziehung auf diese beiden verschiedenen Vorrichtungen, ob mehr Kraft verloren gehe, wenn man den Dampf durch eine Röhre treiben läßt, wie bei dem Rocket, oder wenn man ein Gebläse anwendet. Die Kraft welche erforderlich ist, den Dampf durch die Röhre zu treiben, muß durch die Kolbenbewegung gegeben werden, und sie muß daher die zum Treiben der Maschine nöthige Kraft um eben so viel vermindern. — Auf der andern Seite aber muß die zur Bewegung des Blasebalgs im Novelty erforderliche Kraft von der für die Maschine nöthigen gleichfalls abgezogen werden. Es hat sich ergeben, daß die erste Vorrichtung die wirksamste und sparsamste ist.

Man wird begreifen, wie wichtig diese Einzelheiten sind, wenn man bedenkt, daß die Geschwindigkeit, mit welcher ein Dampfwagen sich bewegen kann, keine andere Grenze hat,

als die Fähigkeit, in einer gegebenen Zeit, eine bestimmte Dampfmenge zu erzeugen. Jeder Kolbenhub bewirkt eine Umdrehung der Räder und verbraucht 2 Cylinder voll Dampf, folglich entspricht ein Cylinder voll Dampf einer bestimmten Länge der befahrenen Straße. Die Aufgabe, eine Maschine zu bauen, die einer schnellen Bewegung fähig ist, wird daher gelöst seyn, wenn ein schneller und reichlicher Zufluß von Wärme hervorgebracht und diese Wärme dem Wasser schnell und wirksam mitgetheilt werden kann.

Die Vorrichtung, den Heerdkanal in Röhren abzutheilen, wurde von Stephenson nach der Erbauung des Rocket noch viel weiter ausgedehnt, und der Grundsatz lag in der That so sehr auf der Hand, daß man nicht einsieht, warum nicht gleich anfänglich Röhren von geringerem Durchmesser als drei Zoll gebraucht wurden. In den seitdem gebauten Maschinen ist die Zahl der Röhren verschieden von 90 bis 120 und der Durchmesser auf 2 Zoll und weniger herabgesetzt, und man hat in einigen Fällen sogar 150 Röhren, jede von $1^1/_2$ Zoll im Durchmesser angewendet. In dem Dampfwagen Meteor sind 20 Quadratfuß der Wärmestrahlung ausgesetzt und 139 Fuß der Berührung der heißen Luft, in dem Arrow (Pfeil) 20 Quadratfuß der Wärmestrahlung und 145 der Berührung der heißen Luft. Die auf diese Weise erlangte Ersparung an Brennstoff zeigt folgende Zusammenstellung, welche angiebt, wie viel Koaks erforderlich waren, um auf jeder der genannten vier Maschinen eine Tonne Last eine englische Meile weit fortzuschaffen, so wie das Verhältniß der Geschwindigkeit.

Maschinen.	Geschwindigkeit in Meilen auf die Stunde.	Kohlenverbrauch in Pfunden für die Tonne auf eine Meile.
Rocket	14	2,41
Sanspareil . . .	15	2,47
Phönix	12	1,42
Arrow	12	1,25

Seit der Eröffnung der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester sind die Dampfwagen immer mehr verbessert worden. Kaum verging ein Monat, ohne daß eine Veränderung in Einzelnheiten angegeben ward, um Brennstoff zu ersparen, die Dampferzeugung zu beschleunigen, die Abnutzung der Maschine zu vermindern, die Stärke der verschiedenen Theile zu vermehren. Dieß hat die Folge gehabt, daß die von uns genannten Maschinen und andere ähnlicher Art, ohne daß sie unbrauchbar oder abgenutzt gewesen wären, beseitigt worden sind, um wirksameren Platz zu machen. Der Umstand, daß in dem Rocket und ähnlichen Maschinen die Cylinder der Atmosphäre ausgesetzt waren, verursachte eine bedeutende Wärmeverschwendung, und es wurde daher beschlossen, sie von der Außenseite des Kessels zu entfernen und sie in ein Gehäuse unmittelbar unter dem Rauchfange zu stellen. Dieses Behältniß wurde durch die Nähe des Kessels und noch mehr durch die heiße Luft, die stets aus den Röhren einströmte, erwärmt. Diese Veränderung machte eine andere nothwendig, welche die Wirksamkeit der Maschine verbesserte. Bei den älteren Maschinen wurde die Bewegung des Kolbens dem Rade durch eine Verbindungsstange mitgetheilt, welche an eine der Speichen auf der äußeren Seite des Rades befestigt war, wie Fig. 116 zeigt. Da nun bei der oben erwähnten Veränderung die Cylinder ihren Platz zwischen den Rädern unter dem Rauchfange erhielten, so war jene Bewegungsart nicht mehr anwendbar, und man hielt es für besser, die Kolbenstangen mit 2 Kurbeln zu verbinden, die in rechten Winkeln auf die Achsen der großen Räder gestellt waren. Es ergab sich, daß die Bewegung der Maschine dadurch gleichförmiger ward, und weniger Spannung statt fand, als bei der früheren Vorrichtung. Dagegen wurde durch die Anwendung einer Kurbelachse ein bedeutender Nachtheil herbeigeführt, da die aus einer solchen Form der Achse nothwendig entstehende Schwäche dieser Theile nur durch große Dicke und Schwere des Metalles ausgeglichen werden konnte, und selbst diese Vorsichtsmaaßregel verhütet

nicht immer das Zerbrechen solcher Achsen in den Winkeln, welche die Kurbel bilden. Man hält dessen ungeachtet die Vortheile dieser Vorrichtung im Ganzen für überwiegend.

Die besten jetzt gebräuchlichen Maschinen haben zwei Sicherheits-Ventile, von welchen nur eins der Verfügung des Aufsehers überlassen ist. Die Hitze wird, da die Röhren kleiner und zahlreicher als in den älteren Maschinen sind, der Luft vollkommen entzogen, ehe sie in den Rauchfang tritt. Bei dem geringeren Umfange der Röhren ist ein starker Luftzug noch nothwendiger als früher, und wird dadurch bewirkt, daß der Dampf, der die Kolben bewegt hat, durch eine verengte Röhren-Mündung in den Rauchfang getrieben wird. Diese Vorrichtung läßt sich in der Art regeln, daß man den Luftzug nach Belieben verstärken kann.

Einer der besten jetzt gebräuchlichen Dampfwagen ist in Fig. 122 dargestellt. A ist der cylindrische Kessel, durch dessen untere Hälfte Röhren laufen, wie bei dem Rocket. Es sind deren gewöhnlich 80 bis 100, von ungefähr $1^1/_2$ im Durchmesser. Der Kessel ist gegen 7 Fuß lang. Das Feuerbehältniß befindet sich am Ende desselben, bei F wie bei dem Rocket, und ist auf ähnliche Weise eingerichtet. Die Cylinder sind in einem Behältnisse am andern Ende, unmittelbar unter dem Rauchfange. Die Kolbenstangen werden durch Lenker in ihrer horizontalen Lage unterstützt und es gehen von ihnen Verbindungsstangen unter dem Wagen zu den beiden Kurbeln, die auf die Achse der großen Räder gestellt sind. Die Wirkungen irgend einer Ungleichheit auf der Bahn werden durch die Federn aufgehoben, auf welchen die Maschine ruht, da diese Federn unter der Achse der großen Räder und über der Achse der kleinen sind. Der Dampf wird den Cylindern mittelst der gewöhnlichen Schieb-Ventile zugeführt und entzogen, die von einem auf die Achse der großen Wagenräder gestellten excentrischen Rade gesteuert werden. Die Bewegung wird von diesem excentrischen Rade dem Ventile durch Schiebstangen mitgetheilt. Am Ende der Maschine in der Nähe des Feuerheerdes F hat der Maschinenwärter seinen

Platz. Zwei Hebel C ragen am Ende hervor. Sie sind mit den Ventilen durch Stangen verbunden um die Maschine leiten und ihre Bewegung regeln zu können. Die Räder dieser Maschinen sind gewöhnlich von Holz und mit Eisen beschlagen; in der neuesten Zeit aber hat Stephenson in einigen Fällen eiserne Räder mit hohlen Speichen gewählt. Die Maschine zieht einen Wagen nach sich, der Wasser und Kohlen führt. Bei einer leichten Ladung macht sie die Reise zwischen Liverpol und Manchester, ohne frisches Wasser einzunehmen. Bei schweren Ladungen wird gewöhnlich auf der Mitte der Bahnlinie Wasser eingenommen.

Ueberblicken wir alles, was wir bis jetzt gesagt haben, so ergiebt sich, daß die Wirksamkeit von Dampfwagen auf Eisenbahnen hauptsächlich von drei Umständen abhängt, 1. von der unbeschränkten Wirkungskraft des Zuges auf dem Feuerplatze, der durch das Forttreiben des überflüssigen Dampfes in den Rauchfang hervorgebracht wird; 2. von der unbeschränkten Thätigkeit der Vorrichtung, mittelst welcher der vom Heerde entweichenden Luft ihre Wärme durch die von Both angegebenen, durch den Kessel laufenden Röhren entzogen wird: 3. von der Vorrichtung, die Cylinder durch Aufstellung unter dem Rauchfange warm zu halten [1]). Dies sind, minder bedeutende Einzelnheiten abgerechnet, die wichtigsten Verbesserungen, welche kein Maschinenbauer aus den Augen setzen sollte.

Die nach und nach erfolgte Einführung dieser Verbesserungen der Dampfwagen hat eine verhältnißmäßige Erhöhung ihrer Leistungskraft, und eine größere Ersparung an Brennstoff zur Folge gehabt. Sie sind jetzt auf einen Punkt gekommen, der die ersten Erwartungen der hoffnungslusti-

---

1) Robert Stephenson, ein geschickter und erfahrner Dampfwagenbauer, legt großes Gewicht auf diese Bedingung. Andere haben sie in der neuesten Zeit aufgegeben, um die damit nothwendig verbundene Kurbel-Achse entbehren zu können.

gen Unternehmer eben so sehr übersteigt, als er hinter der Vollkommenheit, welche diese wundervollen Maschinen noch erreichen können, gewiß zurückbleibt.

Beobachtungen, die im Frühling 1832 auf der Bahn zwischen Liverpool und Manchester gemacht wurden, lieferten Ergebnisse, welche ungeachtet der seitdem eingeführten Verbesserungen der Maschinen, im Wesentlichen noch dieselben sind. Der Dampfwagen Victory, 8 Tonnen und 2 Centner schwer, zog 20 Güterwagen mit 92 Tonnen 19 Centner Ladung auf dem Wege von Liverpool nach Manchester in einer Stunde 34 Minuten 45 Sekunden. Auf einer geneigten Ebene von 1 in 96 Fuß Steigung, die sich $1^1/_2$ Meilen weit erstreckt, wurde der Dampfwagen von einem andern, dem Samson, unterstützt, und die Fahrt aufwärts ward in 9 Minuten vollendet. Es wurden auf der ganzen Fahrt, 920 Pfund Steinkohlen verbraucht, was ein Verhältniß von $^1/_3$ Pfund für jede Tonne auf die englische Meile gab. Auf ebener Bahn wurden 18 Meilen in 1 Stunde zurückgelegt, bei 4 Fuß Fall auf eine Meile $21^1/_2$ Meilen in einer Stunde, bei der Steigung der Bahn von 8 Fuß auf einer Meile $17^5/_8$ Meilen in einer Stunde. Der Dampfwagen Samson, 10 Tonnen 2 Centner schwer, mit 50 Pfund Dampfdruck und 150 Röhren im Feuerplatze, zog 50 mit Kaufmannsgütern von 150 Tonnen Nettogewicht beladene Wagen, einschließlich der Wagen und Vorräthe, überhaupt ein Gewicht von 223 Tonnen 6 Centner. Diese Reise ward in zwei Stunden und 40 Minuten, den Aufenthalt unterwegs mitgerechnet, zurückgelegt, auf ebener Bahn 12 engl. Meilen in einer Stunde, bei einem Fall von 6 Fuß auf eine Meile 16 Meilen in einer Stunde, bei 8 Fuß Steigung auf 1 Meile 9 Meilen in einer Stunde. Es wurden 1762 Pfund Kohlen verbraucht, oder $^1/_4$ Pfund für die Tonne auf die Meile.

Aus den mitgetheilten Beobachtungen geht hervor, daß ein Dampfwagen, der in gutem Stande ist und seine volle Ladung hat, mit einem Aufwande an Feuerungsmitteln, der etwa 8 Loth Koaks für die Tonne auf eine Meile beträgt, La-

sten fortschaffen kann. Zur Besorgung der Maschine sind blos ein Maschinenwärter und ein Heitzbursche nöthig. Es ist jedoch zu bemerken, daß in der Praxis die Maschinen selten ihre volle Ladung erhalten, und werden geringere Ladungen fortgeschafft, so müssen aus nahe liegenden Gründen die verhältnißmäßigen Kosten größer seyn. Der wirkliche Aufwand an Feuerungsmitteln auf der Bahn zwischen Liverpool und Manchester kann auf ungefähr $^1/_2$ Pfund Kohlen für die Tonne auf jede englische Meile angeschlagen werden.

Wir haben die Leistungskraft dieser Maschinen entwickelt, und müssen nun auch einige der Mängel angeben, an welchen sie leiden. Die großen Anlagekosten und der bedeutende Aufwand für die Ausbesserung der Maschinen haben die Hülfsmittel der Unternehmer sehr angegriffen. Einer der besten neueren Dampfwagen kostete gegen 800 Pfund Sterling. Es läßt sich hoffen, daß durch den aufgeregten Wetteifer, durch die aus vielfacher Uebung hervorgehende Leichtigkeit künftig eine Herabsetzung der Kosten bewirkt werden könnte. Weit bedeutender aber als das Anlage-Kapital ist der Aufwand, der die Abnutzung der Maschinen veranlaßt, und das Zerbrechen derjenigen Theile, die der größten Spannung ausgesetzt sind, hat Ausgaben veranlaßt, welche die Berechnungen der Unternehmer weit überschritten haben. Dieser Aufwand muß zwar zum Theil dem Umstande zugeschrieben werden, daß die Maschinen in den Verhältnissen und der Anordnung ihrer Theile noch nicht den Grad von Vollkommenheit erreicht haben, dessen sie fähig sind und der Erfahrung allein erreich.n kann, aber es giebt doch einige Mängel die in die Augen fallen. Die Enden der Kessel sind flach, und von Eisen, wie der ganze Kessel selbst. Die durch den Kessel laufenden Röhren waren bis auf die neueste Zeit von Kupfer, und wasserdicht in die Enden des Kessels eingelassen. Ist der Kessel geheizt, so werden die Röhren in einem höhern Grade ausgedehnt, als die übrigen Theile des Kessels, und daher häufig locker an den Enden, wodurch sie leck werden, oder sich krümmen. Die Nothwendigkeit, die Röhren

herauszunehmen und wieder zu befestigen, verursacht stete Ausgaben. Man wird sich erinnern, daß sich der Feuerheerd an dem einen Ende des Kessels unmittelbar unter der Oeffnung befindet. Der starke durch das Feuer gehende Luftzug führt Kohlenasche hinweg und treibt sie heftig in die Röhren, besonders die unteren, die daher sehr bald verderben, da die Kohlenasche ihre innere Oberfläche angreift. Nach kurzer Zeit müssen einzelne Röhren durch neue ersetzt werden. und wird dieß versäumt, so zerspringen sie nicht selten. Nach einer gewissen Zeit müssen die Maschinen ganz neue Röhren erhalten, was einen Aufwand von beinahe 70 Pfd. St. macht, den Verkaufswerth der alten eingerechnet. Diese Abnutzung der Röhren möchte sich vermeiden lassen, wenn der Heerd niedriger und weiter entfernt von ihren Oeffnungen angelegt würde, oder noch besser, wenn man ein Metallbehältniß, daß sich mit Wasser anfüllen ließe, zwischen dem Heerd und den der Kohlenasche am meisten ausgesetzten Röhren anbrächte. Die ungleiche Ausdehnung der Röhren und des Kessels unter dem Einflusse der Hitze möchte ein unheilbarer Mangel seyn, wenn man die jetzige Form der Maschine beibehalten will. Könnte man den Heerd und den Rauchfang an demselben Ende des Kessels anbringen, so daß die Röhren eine gekrümmte Gestalt erhielten, so würde die ungleiche Ausdehnung keine nachtheilige Wirkung haben, aber die Reinigung der Röhren schwierig seyn, wenn sie wie jetzt der Kohlenasche ausgesetzt wären. Eine andere Ursache des Aufwands ist die Abnutzung des Kessel-Endes, das der Wirkung des Feuers ausgesetzt ist und daher stets ausgeflickt, oft erneuert werden muß.

Eine bedeutende Verbesserung ist in der neuesten Zeit eingeführt worden, indem man statt der kupfernen Röhren messingene genommen hat. Was auch die Ursache seyn möge, so viel hat die Erfahrung gezeigt, daß messingene Röhren bei weitem nicht so schnell sich abnutzen als kupferne.

Es ist von einigen Gegnern der Eisenbahnen, noch mehr aber von Gegnern der jetzt gebräuchlichen Dampfwagen be-

hauptet worden, daß einer der auf der Liverpool-Manchester-Eisenbahn gebrauchten Wagen jährlich 1500 Pfd. St. koste, und daß die Unternehmer die Absicht hegten, die Dampfwagen ganz aufzugeben und stehende Dampfmaschinen oder Pferdekraft zu gebrauchen. Was die erste dieser Behauptung betrifft, so muß bemerkt werden, daß die Kosten der Ausbesserung solcher Maschinen nie in Beziehung auf Zeit, sondern vielmehr auf Leistungen oder auf Entfernungen die sie durchreist haben, berechnet werden sollten. Dr. Lardner hat sich überzeugt, daß Maschinen oft eine Entfernung von 25,000 bis 30,000 engl. Meilen zurück legen, ehe eine Erneuerung der Röhren notwendig ist. Während dieser Leistungen mögen allerdings einzelne Röhren ersetzt werden müssen, und andere Ausbesserungen nöthig seyn, deren Kosten aber gewiß unter dem ersten Anlage-Kapital stehen. Die andere Behauptung, daß die Aktiengesellschaft die Absicht habe, stehende Maschinen oder Pferde statt der Dampfwagen einzuführen, ist durchaus ungegründet. Welche Verbesserungen man auch bei den Dampfwagen anzubringen denken möge, die Direktoren haben gewiß nicht die mindeste Absicht, in den Fortschritten der Verbesserungen auf die angegebene Weise rückwärts zu gehen.

Die Kosten der Dampfwagen haben den frühern Anschlag so weit überstiegen, daß man es zu Anfange des Jahres 1834 für angemessen hielt, eine Untersuchung über die Ursachen des Unterschiedes zwischen dem veranschlagten und dem wirklichen Aufwande anzustellen, mit der Absicht, praktische Mittel zur Verminderung der Kosten aufzufinden. Es ward ein besonderer Ausschuß ernannt, dem der Kassirer Booth zugesellt ward, um jene Untersuchung zu führen. Die Ergebnisse wurden in einem gründlichen und befriedigenden Berichte dargelegt. Walker und Rastrick hatten in ihrem frühern Gutachten, das die Anwendung von Dampfwagen empfahl, den Anschlag gemacht, daß die Fracht für die Tonne 0,278 Penny oder etwa einen Farthing auf die Meile betragen werde. Fünf Jahre nach den von ihnen angestell-

ten Untersuchungen aber ergab sich, daß die wirklichen Kosten sich auf 0,625 Penny, oder etwas über einen halben Penny (4 Pfennige) für die Tonne auf jede Meile beliefen, weit über das Doppelte des ursprünglichen Anschlages. Booth war bemüht, die Ursachen dieser Abweichungen zu entdecken, indem er die von Walker und Rastrick bei ihrer Schätzung angenommenen Umstände mit denjenigen verglich, unter welchen die Fortschaffung der Waaren wirklich stattfand. Der erste Unterschied, den er bemerkte, betraf die Schnelligkeit der Fortschaffung. Der Voranschlag hatte eine Geschwindigkeit von zehn englischen Meilen in einer Stunde angenommen, und es wurde behauptet, daß eine vierfache Geschwindigkeit einen Zusatz von 50 Prozent Kraft erfordern würde, ohne die Abnutzung der Maschine in Rechnung zu bringen. Nun aber ergab sich, daß die wirkliche Geschwindigkeit doppelt so groß war, als die frühere Annahme zum Grunde gelegt hatte, und Booth hielt es für nöthig in dieser Beziehung 25 Prozent mehr hinzuzufügen.

Der zweite Unterschied betraf den Betrag der Ladungen. Der Voranschlag hatte angenommen, daß jeder Dampfwagen mit seiner vollen Ladung abfahren und mit derselben die ganze Entfernung zurücklegen werde. Die Erfahrung aber hatte gezeigt, daß statt einer vollen Ladung von Manchester die Hälfte der Wagen leer nach Liverpool zurückkam, und statt daß die Fracht auf dem ganzen Wege wäre fortgeschafft worden, machten viele Tausend Tonnen der Ladung nur die Hälfte des Weges. Auch war die tägliche Ladung nicht gleichförmig, sondern ungemein schwankend. Es wurde ferner bemerkt, daß man, um Güter von den Seitenwegen und den zwischenliegenden Plätzen fortzuschaffen, täglich mehrmals Dampfwagen von beiden Endpunkten der Bahn abschickt, wobei man mehr den Zweck hat, einen künftigen wohlthätigen Verkehr zu begründen als augenblicklichen Gewinn zu machen. Booth schlug die aus diesen Umständen hervorgehenden Nachtheile so hoch an, daß er dem ursprünglichen Voranschlage 33 Prozent hinzufügte.

Ein anderer Unterschied ging aus den Feuerungsmitteln hervor. In dem Voranschlage hatte man Steinkohlen angenommen und den Preis zu $^{10}/_{12}$ Schilling für die Tonne berechnet. Später aber verbot eine Parlaments-Akte den Gebrauch der Steinkohlen, des Rauches wegen, und die Aktiengesellschaft mußte Koacks zu $17^{1}/_{2}$ Schilling die Tonne nehmen.

Wurden diese verschiedenen Abweichungen in Rechnung gebracht und der Anschlag verhältnißmäßig erhöht, so ergab sich, daß die Fortschaffungskosten auf 0,601 Penny für die Tonne auf die englische Meile stiegen, was bis auf $^{1}/_{40}$ Penny dem jetzigen Kostenbetrage gleich kommt. Dieser Unterschied wird auch hinlänglich gerechtfertigt durch die Abnutzung, welche die vermehrte Schnelligkeit herbeiführte, besonders wenn man in Erwägung zieht, daß viele Maschinen gebaut wurden, ehe man auf die erforderliche große Schnelligkeit rechnete. „Was ist nun das Ergebniß dieser entgegengesetzten und sich entgegen wirkenden Umstände?" sagt Booth in dem von ihm entworfenen Berichte des Ausschusses. „Und was ist die jetzige Lage der Gesellschaft hinsichtlich der bewegenden Kraft?" Die Antwort ist, daß sie sich noch immer auf dem Wege eines Versuches befindet, um praktisch die beste Bauart und die dauerhaftesten Materialien für Dampfwagen auszumitteln, welche größere Ladungen fortschaffen und eine größere Geschwindigkeit erreichen sollen, als man noch vor kurzer Zeit für möglich hielt und als vor wenigen Jahren der kühnste Erfinder sich einbilden konnte, und daß alle Versuche nicht mit der ruhigen Ueberlegung und den gemessenen Schritten gemacht werden konnten, welche heilsame Vorsicht gebietet, wobei jeder neue Schritt auf dem Wege der Entdeckung sich bewähren muß, ehe man andere wagt, sondern mitten unter dem unruhigen Gedränge und bei aller Verantwortlichkeit eines zunehmenden Verkehrs. Die Direktoren wußten nicht, wie lange jede Maschine dauern würde, bis sie als unwirksam bei Seite gestellt werden mußte, sondern sie mußten Maschinen haben, mochten sie gut oder schlecht

seyn; sie erkannten die Mängel und Unvollkommenheiten, welche sich zu jener Zeit nicht beseitigen ließen, aber sie mußten die Maschinen, trotz allen Nachtheilen kostspieliger Ausbesserungen in Bewegung halten. Noch immer ist dieser große Versuch nicht abgeschlossen, aber die größten Schwierigkeiten sind meist überwunden, und es läßt sich mit Grund erwarten, daß die Kosten in dieser Hinsicht sich bald bedeutend vermindern werden, zumal wenn man erwägt, was die Maschinen jetzt leisten, in Vergleichung mit den Leistungen, die man vor zwei Jahren sah."

In dem mit dem 31. December 1831 geschlossenen halben Jahre hatten 6 der besten Dampfwagen (Planet, Merkur, Jupiter, Saturn, Venus, Aetna) 66,044 engl. Meilen (jede einzeln 8000 bis 12000) zurückgelegt. In dem mit dem 31. December 1833 geschlossenen halben Jahre aber hatten die besten sechs Maschinen (Jupiter, Saturn, Sonne, Aetna, Ajax, Leuchtwurm) überhaupt 95,851 Meilen (jede einzeln 15,000 bis 17,000) zurückgelegt.

Die von Eisenbahnen zu erlangenden Vortheile werden bedeutend vermindert durch die Schwierigkeiten, welche aus den Unebenheiten entstehen, die man auf allen Straßen findet, die aber bei Dampfwagen aus besondern Ursachen große Nachtheile herbeiführen. Will man das Wesen dieser Schwierigkeiten sich erklären, so muß man das Verhältniß beachten, das zwischen der Zugkraft auf einer Ebene und auf einer geneigten Fläche besteht. Auf einer ebenen Bahn kann man die Zugkraft, welche erfordet wird, um eine Ladung fortzuschaffen, die auf Wagen von jetzt gewöhnlicher Bauart ruht, vielleicht auf $7^1/_2$ Pfund [1]) für jede Tonne anschlagen, d. h. wenn ein Wagen auf einer ebenen Eisen-

---

1) Man rechnet jetzt gewöhnlich 9 Pfund auf die Tonne, aber, wie Dr. Lardner nach den von ihm auf Eisenbahnen angestellten Versuchen annehmen zu dürfen glaubt, zu hoch, und er ist der Meinung, daß selbst $7^1/_2$ Pfund als durchschnittliche Zugkraft auf einer Ebene noch zu viel sey.

bahn mit einer Tonne beladen wäre, so würde die Pferdekraft die erforderlich wäre, die Last zu ziehen, $7^1/_2$ Pfund gleich seyn, und wäre die Last zwei oder drei Tonnen schwer, so würde die erforderliche Kraft auf 15 oder $22^1/_2$ Pfund steigen. Diese Zugkraft, die der Mangel einer vollkommenen Gleichheit der Straße und die Reibung der Räder und Achsen der Wagen nothwendig machen, ist dieselbe, mag die Straße eben oder eine geneigte Fläche seyn, und es wird daher, wenn man eine geneigte Fläche hinanfährt, dieselbe Zugkraft derjenigen Kraft hinzufügt werden müssen, welche dem Streben der Ladung, die Ebene hinabzufallen, entgegen gesetzt werden muß. Dieses Streben findet immer in dem Verhältniß der Höhe zu der Länge einer geneigten Fläche statt, d. h. eine geneigte Ebene bei einer Steigung von 1 Fuß in 100 würde einem Gewicht von 100 Tonnen ein Streben hinabzufallen geben, das sich auf eine Tonne beliefe, und würde daher eine Tonne zu der für eine solche Ladung auf einer vollkommenen Ebene nöthigen Zugkraft hinzufügen. Da nun $7^1/_2$ Pfund ungefähr $^1/_{300}$ einer Tonne sind, so würde, wenn eine geneigte Ebene eine Steigung von 1 Fuß in 300 oder, was dasselbe ist, von $17^1/_2$ Fuß auf eine englische Meile hätte, eine solche Anhöhe $7^1/_2$ Pfund auf die Tonne zu der Zugkraft hinzufügen. Eine geneigte Fläche dieser Art würde daher eine doppelt so große Zugkraft fordern, als eine vollkommene Ebene. Für jede 7 Fuß Steigung auf einer Meile müssen der Zugkraft 3 Pfund auf die Tonne hinzugesetzt werden; wollen wir daher die Kraft ausmitteln, die erforderlich ist, eine Ladung eine gegebene Steigung auf einer Eisenbahn hinanzuschaffen, so müssen wir zuerst $7^1/_2$ Pfund als die zur Ueberwindung des Widerstandes der Straße nöthige Kraft rechnen und dann 3 Pfund für jede 7 Fuß Steigung auf eine englische Meile hinzufügen.

Es liegt am Tage, daß, wenn eine Eisenbahn mehrere geneigte Ebenen, selbst von der mäßigsten Steigung hat, die auf derselben gebrauchte forttreibende Kraft fähig seyn muß, in einem hohen Grade verstärkt zu werden, nach Verhältniß

der Steigung, die zu überwinden ist. Eine Ebene, die 52½ Fuß in einer engl. Meile steigt, erscheint dem Auge kaum als eine Anhöhe und doch verlangt sie eine vierfach verstärkte Zugkraft.

Es ist der thierischen Kraft eigen, daß ihre Stärke innerhalb gewisser Grenzen, wie es die Gelegenheit fordert, nach Willkühr in Thätigkeit gesetzt werden kann, die Stärke der mechanischen Kraft aber kann in dem eben betrachteten Falle nicht so bequem verändert werden, außer in engen Grenzen.

Man hat versucht, die Schwierigkeiten die für den Gebrauch der Dampfwagen aus geneigten Ebenen entstehen, auf verschiedene Weise zu besiegen.

1) Bei der Ankunft am Fuße einer Steigung wird die Ladung getheilt und die Maschine bringt dieselbe auf mehreren Fahrten hinan, indem sie nach jeder Fahrt leer hinabgeht. Diesem Hilfsmittel steht entgegen, daß es Zögerungen verursacht, und bei einer großen Anzahl von Reisenden nicht ausführbar ist. Hätte die Maschine ihre volle Ladung so würde es nach den oben gegebenen Auseinandersetzungen nöthig seyn, dieselbe in vier Abtheilungen hinanzubringen, wenn die Steigung 52 Fuß in einer engl. Meile hätte. Bei der Fortschaffung von Gütern hat man dieses Mittel auf der Liverpool-Manchester-Bahn zuweilen angewendet.

2) Es kann ein Hülfs-Dampfwagen am Fuße jeder Steigung bereit gehalten werden, um den Wagenzügen, sobald sie ankommen, Beistand bei dem Hinanfahren zu leisten. Gegen dieses Mittel streitet der Einwurf, daß es kostspielig ist, immer eine Maschine bereit zu halten. Es würde nothwendig seyn, das Feuer immer brennen zu lassen, es möge gebraucht werden oder nicht, sonst müßte der Wagenzug bei der Ankunft warten, bis die Hülfsmaschine in Thätigkeit treten könnte. Wo aber Wagenzüge zu bestimmten Zeiten aufbrechen und ankommen, würde dieser Einwurf weniger Gewicht haben. Auf der Liverpool-Manchester-Bahn wird dieses Mittel jetzt allgemein angewendet, auf geneigten Ebenen von beträchtlicher Länge kann es jedoch nicht vortheilhaft seyn.

3) Es kann auf dem Rücken der Anhöhe eine stehende Dampfmaschine errichtet werden, mit welcher ein Wagenzug am Fuße der Steigung durch Stricke verbunden wird. Sie würde im Stande seyn, einen oder zwei Wagenzüge auf einmal sammt ihren Daupfwagen heraufzuziehen, sobald sie angekommen wären, ohne daß Zögerung entstände. Es ist dabei aber nothwendig, die stehende Maschine beständig bereit zu halten, ihre Wirkungskraft auszuüben. Dieses Mittel ist mit einem starken Personenverkehr kaum vereinbar, außer am Endpunkte einer Bahn.

4) Auf einer vollkommenen Ebene kann die Verbindung zwischen dem Kessel und dem Cylinder im Dampfwagen beschränkt werden, wenn man das Regulator-Ventil theilweise schließt, um den Druck auf den Kolben bedeutend geringer zu machen als den Dampfdruck in dem Kessel. Läßt sich unter solchen Umständen ein hinlänglicher Druck auf den Kolben erlangen, um die Ladung auf der Ebene zu ziehen, so kann das Ventil, wenn der Wagen sich der geneigten Ebene nähert, geöffnet werden, um auf den Kolben einen Druck zu bringen, der in demselben Verhältnisse größer ist, als der frühere Druck im Kessel den Druck auf den Kolben übertraf. Wird das Feuer so lebhaft unterhalten, daß während des Hinanfahrens ein hinlänglicher Dampzufluß stattfindet, und ist die Steigung nicht verhältnißmäßig größer als die erlangte Kraft, so wird der Dampfwagen die Ladung ohne weiteren Beistand hinanziehen. Es ist jedoch zu bemerken, daß in diesem Falle die Ladung der Maschine geringer seyn muß, als der Betrag, den die Adhäsion der Räder auf der Bahn zu ziehen im Stande ist, denn diese Adhäsion muß der für dieselbe Ladung auf der geneigten Ebene erforderlichen Zugkraft angemessen seyn, sonst würden wie viel Kraftzuwachs auch durch das Oeffnen des Regulator-Ventils gewonnen werden möge, die Räder sich umdrehen, ohne die Ladung weiter zu schaffen. Man hat dieses Mittel auf der Liverpool-Manchester Eisenbahn gewöhnlich bei der Fortschaffung von Reisenden gebraucht, und es ist in der

That auch das einzige bis jetzt bekannte, das mit der für diese Art von Verkehr nöthigen Schnelligkeit vereinbar ist; doch steht ihm entgegen, daß ein weit höherer Druck im Kessel unterhalten werden muß, als für die Fortschaffung der Ladung auf den ebenen Theilen der Bahn nothwendig ist. — Bei der Anwendung dieses Mittels läßt sich der Erfolg bedeutend erhöhen, wenn man während des Hinanfahrens den Zufluß des Speisewassers hemmt. Man wird sich erinnern, daß ein Gefäß mit kaltem Wasser sich auf dem Vorrathswagen befindet, welcher der Maschine folgt, und daß das Wasser aus demselben mittelst einer von der Maschine in Bewegung gesetzten Pumpe in den Kessel getrieben wird. Diese Pumpe ist so eingerichtet, daß sie so viel kaltes Wasser zuführt, als der Verdampfung gleich ist, so daß stets dieselbe Wassermenge im Kessel ist. Auf der andern Seite aber ist ist klar, daß der Zufluß dieses Wassers die Verdampfung leicht hemmen kann, denn während es zu der Temperatur des Wassers, mit welchem es sich vermischt, erhoben wird, muß es einen beträchtlichen Theil der von dem Feuer gegebenen Wärme in sich aufnehmen. Der Maschinenwärter kann bei dem Hinanfahren um die Dampferzeugung zu beschleunigen, die Thätigkeit der Wasserpumpe hemmen. Die Verdampfung wird dann mit vermehrter Schnelligkeit geschehen, und der dadurch herbeigeführte Wassermangel kann auf der nächsten ebenen Bahnlinie durch die Pumpe ersetzt werden, oder noch wirksamer bei der nächsten Senkung der Bahn, wo die Thätigkeit der Maschine unterbrochen ist, und der Wagenzug vermöge seiner eigenen Schwere hinabgeht. Dieses Mittel kann auf den für Reisende bestimmten Eisenbahnen mit Erfolg angewendet werden, wenn die geneigte Ebene nicht über 18 Fuß Steigung in einer englischen Meile hat, und selbst Steigungen von 36 Fuß in einer engl. Meile können auf diese Weise überwunden werden, wenn man einen Theil der bewegenden Kraft opfern will. Da dieses Opfer jedoch beträchtlich ist, so wird es vielleicht immer besser sein, bei steileren Steigungen Hülfsmaschinen anzuwenden.

5) Die Verbindung zwischen dem Kolben des Cylinders

und den Berührungspunkten der Räder mit der Bahn kann bei der Ankunft auf einer geneigten Ebene so geändert werden, daß der Kolben eine stärkere Wirkung auf die Räder ausübt. Dieß läßt sich auf vierfach verschiedene Weise bewirken, aber man hat bis jetzt kein hinlänglich einfaches Mittel aufgefunden, das praktisch ausführbar wäre, und selbst wenn ein geeignetes Mittel sich darböte, so müßte, wenn anders nicht zu gleicher Zeit die treibende Kraft an Stärke zunähme, die Geschwindigkeit der Bewegung sich in demselben Verhältnisse vermindern, als die Wirkungskraft des Kolbens auf die Räder sich verstärkte. So würde auf der geneigten Ebene der Liverpool-Bahn, die eine Steigung von 55 Fuß in einer engl. Meile hat, die Geschwindigkeit auf beinahe ein Viertheil des Betrages vermindert werden, der auf dem ganz ebenen Theile erlangt wird.

Welche Mittel man aber auch anwenden möge, um Steigungen zu überwinden, so ist das Hinabfahren mit Unbequemlichkeiten verbunden. Die Fahrt abwärts wird durch die Schwerkraft beschleunigt, und wird der Wagenzug nicht aufgehalten, so kann das Hinabfahren, wenn die geneigte Ebene, selbst bei geringer Steigung, von beträchtlicher Länge ist, mit einer Schnelligkeit verbunden seyn, die sehr gefährlich seyn würde. Der Hemmschuh, den man bei einer Fahrt bergab auf Heerstraßen gebraucht, kann auf Eisenbahnen nicht angewendet werden, und selbst eine sperrende Vorrichtung, die man bei den Rädern anwenden könnte, würde nicht ganz sicher seyn. Die Reibung, welche durch die schnelle Bewegung des Rades hervorgebracht wird, entzündet zuweilen das Holz, und Eisen würde unzulässig seyn.

Nach allem, was wir angeführt nnd auch schon im zweiten Kapitel zu beweisen gesucht haben, ist klar, daß beträchtlich geneigte Ebenen bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse der vortheilhaften Benutzung einer Eisenbahn hinderlich, und selbst geringe Steigungen mit großen Nachtheilen verbunden sind [1]).

---

[1]) Es ließe sich bei Veränderungen der ebenen Bahn eine ähnliche Vorrichtung anbringen, wie bei Schleusen in Kanälen. Der

Sollen die jetzt auf Eisenbahnen gebräuchlichen Dampfwagen ihre volle Wirkungskraft äußern, so ist es nothwendig, jeder Maschine eine sehr beträchtliche Ladung zu geben. Es ist, wie jetzt unsere Kenntnisse stehen, nicht möglich, drei Dampfwagen dieser Art, deren jeder eine Last von 30 Tonnen zöge, mit denselben Kosten zu bauen und mit denselben Wirkungskraft zu benutzen, als einen Dampfwagen, der 90 Tonnen führte. Daraus entsteht eine Unbequemlichkeit und eine Schwierigkeit, wenn man diese Maschinen zu einer der einträglichsten Fortschaffungsarten, zu dem Personenverkehr benutzen will. Es ist nicht möglich, selbst zwischen Städten, die ein sehr bedeutender Verkehr verbindet, bei jeder Fahrt so viel Reisende zu finden, daß eine solche Maschine auf einer Eisenbahn gebraucht werden könnte [1]). Die Schwierigkeit zu einer bestimmten Stunde eine so ansehnliche Zahl von Reisenden zu erhalten, um die Fahrt machen zu können, liegt zu Tage, und es giebt daher kein anderes Mittel, diesem Nachtheile abzuhelfen, als dieselbe Maschine, die zur Fortschaffung von Reisenden gebraucht wird, auch zur Fortschaffung von Gütern zu benutzen, so daß Güter die Ladung ergänzen können, wenn der Personenverkehr sie nicht giebt. Ist der Güterverkehr hinlänglich, so können solche Maschinen mit ihrer vollen Ladung abfahren, was auch immer die Zahl der Reisenden seyn möge.

Wagenzug könnte auf einer Fläche gehen, die durch ein Maschinenwerk sich heben ließe. So würden bei einer Veränderung der ebenen Fläche der Bahn gleichsam Stufen von einer Ebene zur andern führen, auf welche die Ladungen durch eine Kraft gehoben werden könnten, welche die Maschinerie in Bewegung setzte. Man würde dann den Vortheil haben, daß die Wagenzüge immer auf einer Ebene gingen.

1) Bei Gelegenheit eines Wettrennens in Newton, 15 Meilen von Liverpool, wurden zwei Dampfwagen abgeschickt, die Reisenden abzuholen. Einer derselben wurde durch einen Unfall gehindert die Rückfahrt zu machen, und beide Wagenzüge wurden an eine Maschine gehängt, die bei dieser Gelegenheit 800 Personen zog.

Wir haben aus dem Gesagten ersehen, daß die Dampfwagen, welche in der Maschinenfabrik der Herren Robert Stephenson und Comp. in Newcastle upon Tyne die besten sind. Nirgends konnten auch Verbesserungen sicherer und schneller erfolgen, als in dieser Fabrik, woselbst der bei weitem größere Theil der auf dem Liverpooler Schienenwege arbeitenden Maschinen erbauet wurde. Jede auf der Bahn mit der zuletzt gefertigten Maschine im großen Maaßstab erlangte Erfahrung, konnte schon bei dem Bau der nächstfolgenden benutzt werden, um Mängel zu beseitigen und die Wirkung zu vermehren. In der That zeigen die auf der Liverpooler Bahn arbeitenden Maschinen dieses allmählige Fortschreiten sehr deutlich, da kaum zwei derselben ganz einerlei Form-Abmessung und Einrichtung haben.

Es ist bei einer so verwickelten Maschine, wie ein Dampfwagen, nöthig, nicht bei allgemeinen Beschreibungen, wie wir sie oben gaben, stehen zu bleiben, sondern eine recht spezielle zu geben; wir wählen dazu die von Stephenson für die Brüsseler Eisenbahn gelieferte und mit der laufenden Nro. 88 (der von ihm fabricirten Maschinen) bezeichneten Maschine, die von dem Herrn Wasserbaumeister Henz zu Hattingen am Rhein, in den Verhandlungen des Berliner Gewerbvereins", Jahrg. 1835, 4te Lief. S. 183 ꝛc. so schön beschrieben worden ist. Diese immer fortschreitenden Verbesserungen machen es erklärlich, daß das Stephenson'sche System jetzt fast ausschließlich auf Eisenbahnen angewendet wird, denn auch andere Werkstätten, z. B. die von Bury in Liverpool arbeiten darnach und auch auf der trefflichen Nürnberger Bahn sind sie angewendet. — Worin die Verbesserungen dieser neuesten Maschinen bestehen, soll weiter unten nachgewiesen werden, nachdem die Maschine im allgemeinen beschrieben worden ist; vorläufig wird hier bemerkt, daß durch dieselbe: 1) größere Geschwindigkeit und Kraft 2) Ersparung an Brennmaterial; 3) größere Dauer der Maschine und mehrere Schonung des Schienenwegs in bedeutendem Grade erlangt worden ist. — Im Allgemeinen sind,

wie schon bemerkt zweierlei Arten von Lokomotivmaschinen im Gebrauch, leichtere, welche vorzugsweise zum schnellen Transport mit geringerer Ladung, und schwerere, welche zum langsamern Transport mit starken Ladungen bestimmt sind, weil die Erfahrung gelehrt hat, daß beide Förderungsarten mit denselben Maschinen nur sehr ungünstige Resultate geben. Die in dem Folgenden beschriebene Maschine, gehört zu der leichtern Art, weicht aber in der Konstruktion nur sehr wenig von der schwerern ab, weshalb letztere nicht besonders gezeichnet ist; jedoch sollen die Abweichungen bei der folgenden allgemeinen Beschreibung namhaft gemacht werden.

Allgemeine Beschreibung der Maschine.

Taf. XI. Fig. 123 und 124 zeigt die Seiten und Hinteransicht, Taf. XII. Fig. 125 den Längendurchschnitt, Fig. 126 den Querdurchschnitt der Heitzkammer und Taf. XIII. Fig. 127 den Grundriß der Maschine ohne Kessel.

Auf einen von sechs Rädern unterstützten hölzernen, durch aufgelegte eiserne Platten verstärkten Rahmen ist der cylindrische, aus Eisenblech bestehende, mit einem hölzernen Mantel umgebene, Dampfkessel durch Träger und Streben befestigt. Mit der hintern Bodenplatte des Kessels ist die Heitzkammer verbunden, welche aus starken Kupferplatten besteht, und von einer Wasserschicht umgeben ist, die ein mit dem Kessel verbundener Mantel von Eisenblech einschließt. In gleicher Art ist mit der vordern Bodenplatte des Kessels eine kürzere Kammer verbunden, auf deren Boden sich die beiden horizontal liegenden Treibcylinder befinden, und über welcher die Rauchröhre angebracht ist. Diese beiden Kammern stehen durch 100 (bei den größern Maschinen 140) enge messingne Röhren, welche der Länge nach durch den Kessel gezogen sind, in Verbindung und leiten die in der Heitzkammer stark erwärmte Luft durch das Wasser des Kessels in den Schornstein. Die tiefer als der Kessel reichenden beiden Kammern sind ferner durch vier eiserne Schienen mit einander vereinigt, welche den Zweck haben, der ganzen Verbindung eine größere

Steifigkeit zu geben, besonders aber um die erforderlichen Befestigungs- und Stützpunkte für den Mechanismus darzubieten. Da der Raum für den Dampfvorrath im Kessel verhältnißmäßig nur sehr gering ist, und das stark siedende Wasser in demselben hoch aufsprudelt, so würde, wenn der Dampf unmittelbar aus diesem Raum in die Cylinder träte, eine große Menge Wasser mit in dieselben gelangen und sehr hinderlich werden. Deßhalb ist auf der Oberfläche des Kessels ein kupferner oben halbkugelförmig geschlossener Cylinder angebracht, in welchem der unvermischte Dampf aufsteigen und sich sammeln kann. Von hier wird er mittelst einer Röhre, welche sich in zwei Arme spaltet, den beiden Cylindern abwechselnd zugeführt. Der benutzte Dampf entweicht durch eine bis in den Schornstein reichende Röhre, und befördert den Luftzug in dem letztern auf eine ungemein kräftige Weise. Die in Bewegung gesetzten Kolbenstangen, welche durch angebrachte Leitungen in ihrem horizontalen Gang erhalten werden, wirken mittelst Lenkerstangen auf die beiden, im rechten Winkel gestellten, Krummzapfen der Hauptaxe, auf welcher die beiden großen Treibräder befestigt sind; diese erzeugen auf diese Weise eine Umdrehung der letztern, und damit die Fortbewegung der ganzen Maschine.

Zwischen beiden Krummzapfen sind auf der abgedrehten Axe der Treibräder zwei mit einander verbundene excentrische Scheiben angebracht, welche durch zwei Steuerungsstangen mit den Schiebeventilen der Dampfcylinder verbunden sind, und sich seitwärts rechts oder links gegen einen Kuppelungsring schieben lassen, der ihnen die Bewegung der Radaxe mittheilt. Wenn die excentrischen Scheiben von dem einen Kuppelungsring gelöst, und mit dem andern, um die Zeit eines halben Kolbenhubes später eingreifenden, verbunden sind, so wird dadurch der Dampfzutritt in die Cylinder verwechselt, und eine Bewegung der Maschine in der entgegengesetzten Richtung hervorgebracht.

Durch eine Hebelvorrichtung kann vom Stande des Maschinisten aus die Verbindung der Ventile mit der Treibaxe

aufgehoben und der Gang der Maschine durch Zugstangen, die mit den Ventilen in Verbindung stehen, von demselben nach Belieben geregelt werden. Zur Speisung des Kessels dienen zwei Druckpumpen, deren ebenfalls horizontal arbeitende Kolbenstangen durch die der Dampfcylinder unmittelbar in Bewegung gesetzt werden.

Das Wasser befindet sich in einem, der Maschine angehängten Munitionswagen, von welchen aus es den Pumpen durch Federschläuche, die durch Schrauben mit demselben verbunden sind, zugeführt wird. Die Felgen der beiden großen Treibräder sind nicht, wie die vier Leitungsräder, mit vorspringenden Rändern versehen, sondern haben eine ganz ebene Bahn, welche aus einem abgedrehten Kranz von gewalztem Eisen besteht. Der den Kessel so wie den ganzen Mechanismus tragende Rahmen wird von sechs Druckfedern unterstützt, welche auf den Axenpfannen ruhen, die Last gleichförmiger vertheilen und die Stöße aufheben, welche der Verbindung aller Maschinentheile sehr verderblich seyn würden. Ueber der Heitzkammer befindet sich das Einsteigeloch, durch welches man in das Innere des Kessels gelangen kann, und auf der Oberfläche des Kessels selbst sind die beiden Sicherheits-Ventile angebracht, von denen das eine dem Maschinisten unzugänglich ist, das andere aber mit einer Federwage in Verbindung steht, welche die Stärke des Dampfdruckes anzeigt. Der Wasserstand im Kessel wird durch eine Glasröhre markirt, und kann außerdem durch zwei Probirhähne untersucht werden. Der Zutritt des Dampfes zu den Treibcylindern wird durch einen im Hauptdampfrohr angebrachten Hahn regulirt, welcher mittelst einer durch den Kessel gehenden und über der Feuerungsthür mit einer Kurbel versehenen Axe ganz oder zum Theil geöffnet und verschlossen werden kann.

Bei der größeren Maschine werden durch die Kolbenstangen der Dampfcylinder zwar auch nur zwei Räder unmittelbar in Bewegung gesetzt, diese sind aber mit noch zwei andern durch Zugstangen verkuppelt, so daß die Maschine mit vier

Treibrädern arbeitet, folglich ein größerer Theil des Gewichts derselben auf die zur Fortbewegung erforderliche Adhäsion der Radefelgen mit den Schienen verwendet wird. Die kleinere Maschine wiegt 9 Tonnen, davon 5 Tonnen 8 Zentner auf den Treibrädern, die größere wiegt 10 Tonnen 10 Zentner, davon 8 Tonnen 8 Zentner auf den Treibrädern ruhen.

Diese allgemeine Beschreibung gewährt schon eine Uebersicht der seit dem Jahre 1830 eingeführten Verbesserungen im Bau dieser Maschinen, namentlich in Bezug:

1) Auf größere Geschwindigkeit und Krafterzeugung. Beide sind von der Menge und Stärke des in einer gewissen Zeit producirten Dampfes abhängig. Die Dampferzeugung ist aber vermehrt worden:
   a) durch Vergrößerung der Oberfläche der Theile des Kessels, welche den Einwirkungen der Hitze ausgesetzt sind, insbesondere durch Vermehrung der Heitzröhren.
   b) Durch Vermehrung des Gewichts der Maschine, welche sie in den Stand setzt, auch auf geneigter Ebne noch eine angemessene Last fortzubewegen.
   c) Durch Vermehrung des Zugs, indem jetzt die Cylinder unter dem Schornstein liegen, und den gebrauchten Dampf durch eine aufsteigende Röhre unmittelbar in demselben aushauchen.
2) Auf Ersparung von Brennmaterial, durch:
   a) Bekleidung des Kessels mit einem hölzernen Mantel.
   b) Verlegung der Cylinder in eine Kammer, durch welche die aus den Zugröhren strömende heiße Luft geht, und wenigstens die Temperatur des Dampfes hat. Beide Einrichtungen verhindern eine Abkühlung der Dampfbehälter, wodurch mit gleichem Brennmaterial eine höhere Spannung mit weniger Brennmaterial auszukommen ist.
   c) Durch Vermehrung des Gewichts der Maschine, welches sie fähig macht, eine größere Nutzlast mit verhältnißmäßig geringerm Brennmaterial fortzuschaffen.

3) Auf größere Dauer der Maschine und Eisenbahn:

a) durch horizontale Lage der Treibcylinder, wodurch die Stöße fast ganz vermieden werden, weil die Kraft parallel mit der Bahn und in der entgegengesetzten Richtung mit den Wirkungen der Federn arbeitet.

b) Durch Verlegung der Angriffspunkte der Kraft oder der Krummzapfen, zwischen die Treibräder, indem sowohl die Bahn, als noch mehr die Maschine sehr litten, als dieselben noch auf der Außenseite an einzelne Radspeichen angebracht waren.

c) Durch Verstärkung der Maschinentheile und ihrer Verbindung, welche zulässig wurde, als sich aus den sub 1 und 2 angegebenen Ursachen ergab, daß schwerere Maschinen einen verhältnißmäßig größern Effekt leisten, als so leichte, wie ursprünglich gefordert waren.

d) Durch Anwendung messingner Zugröhren, welche länger halten, als die früher angewendeten kupfernen.

Nach dieser allgemeinen Uebersicht der Einrichtung und Bewegung dieser Maschine kommen wir zur Beschreibung der Einzelnheiten derselben, wobei bemerkt wird, daß alle angegebenen Größen sich auf englisches Maaß und Gewicht beziehen. Da dieses Maaß, welches nur wenig von dem preußischen verschieden ist, beim Bau der Maschine zum Grunde gelegt war, so ist eine Reduktion auf preußisches Maaß nicht vorgenommen worden, welche bei den meisten theils kleinen Abmessungen Brüche gegeben hätte, welche die Uebersicht erschwerten, ohne praktischen Nutzen zu gewähren.

1. Das Wagengestell.

Dasselbe besteht aus einem rechtwinklig zusammengesetzten hölzernen Rahmen, 16½ Fuß lang, 6¼ Fuß breit. Die Balken, aus welchen er gebildet ist, sind 7 Zoll hoch, 4 Zoll stark, und mit ¼ Zoll starken Eisenplatten beschlagen. Die-

ser Rahmen wird von sechs Stück 3 Fuß langen Druckfedern getragen, welche in der Mitte durch die Pfanne der Radaxe unterstützt werden.

Die beiden mittleren befinden sich, wegen der höhern Lage der Treibräderaxe, über den vier andern unter dem Rahmen. Letzterer liegt ganz frei auf den in die Höhe gebogenen Enden der vier äußern Federn, und damit er sich nicht verschieben kann, sind die Eisenplatten, mit welchen die berührten Flächen bekleidet sind, auf beiden Seiten wieder gebogen. Die Enden der beiden mittlern Federn sind durch bewegliche Zwischengelenke mit dem Rahmen verbunden, der auf den zu treffenden Stellen mit den nöthigen Schraubenbolzen zur Befestigung versehen, und an ihnen aufgehangen ist. Die Pfannen, in welchen sich die äußersten Enden der Radaxen drehen, werden jede durch zwei verbundne, $^2/_3$ Zoll starke Backenstücke die an den Langbäumen des Rahmens befestigt sind, getragen und dienen, die gleichförmige Entfernung, so wie den höchst wichtigen Parallelismus der Radaxen unter sich zu erhalten. Damit aber durch diese Verbindung die Wirksamkeit der Federn nicht aufgehoben werde, ist jede dieser Backen mit einem Schlitz versehen, welcher der Büchse eine freie Vertikalbewegung verstattet. Die untern freistehenden Enden der Backenstücke sind zur Erlangung einer größern Steifigkeit der ganzen Verbindung unter sich und mit dem Rahmen durch Strebestangen verbunden. Der vordere Querbalken des Rahmens ist 1 Fuß hoch, und springt nach der Unterseite vor, woselbst, wie Fig. 123 Taf. XI zeigt, zwei runde elastische Vorsprünge angebracht sind, durch welche der Stoß aufgefangen wird, wenn die Maschine hinter der Last angebracht ist, und dieselbe vor sich hinschiebt. Auf dem beschriebnen Rahmen ist der mit seinen beiden Kammern verbundne Kessel befestigt, und zwar in der Mitte durch eine quer über den Rahmen gelegte Schiene, von deren Enden aus Schrägstreben bis zu einem Drittel der Kesselhöhe reichen; an den Seiten der beiden Kammern aber durch bloße Streben, welche in Fig. 123, 124 und 126 angedeutet sind.

Der übrig bleibende Raum von 2 Fuß Länge auf dem hintern Theil des Rahmens ist mit Brettern belegt, und bildet den Stand des Maschinisten, der auf beiden Seiten durch Geländer gesichert ist. Die über den Rahmen vortretenden Theile der Räder sind mit Kapseln überdeckt, so daß der Maschinist und Heitzer nicht durch dieselben beschädigt werden kann. Die tiefer als der Kessel reichenden Kammern des Feuerraums und der Cylinder sind durch vier eiserne, an ihren Enden umgebogene und an die Wände dieser Kammern geschraubte, Schienen z z, Fig. 125 und 127, von 3 Zoll Höhe, $^1/_2$ Zoll Stärke mit einander verbunden. Diese Schienen werden zugleich zur Befestigung der erforderlichen Zapfenlager, für die Steuerung der Gleise, für die Horizontalbewegung der Kolbenstangen, der Druckpumpen und der Zwischenlager für die Treibaxe benutzt.

An der äußern Vorderfläche der Heitzkammer und unter dem Stand des Maschinisten sind zwei horizontale halbrunde Eisenplatten, Fig. 125 in einer Entfernung von 6 Zoll befestigt, zwischen welche die Kuppelungsstange des Munitionswagens mittelst eines starken Durchsteckbolzens befestigt wird.

2. Der Kessel mit Zubehör.

Der Kessel bildet einen hohlen Cylinder von $3^1/_2$ Fuß Durchmesser, $7^1/_2$ Fuß Länge, besteht aus zusammengenieteten $^1/_3$ Zoll starken Eisenplatten und ist, zur Vermeidung der Abkühlung durch die äußere Luft, mit einem Mantel von gefederten tannenen Brettern umgeben, die durch eiserne Bänder zusammengehalten werden. Die unmittelbar mit der hintern Bodenplatte des Kessels verbundene Heitzkammer ist 3 Fuß 4 Zoll lang und breit, und von den Roststäben bis zum Scheitel der flach gebogenen Deckplatte 3 Fuß 2 Zoll hoch. Diese aus ½ Zoll starken Kupferplatten gebildete Heitzkammer befindet sich in einem Mantel von Eisenblech eingeschlossen, dessen Obertheil, halbkreisförmig gewölbt, 3 Zoll weit über den Mantel des Kessels vorspringt; der Untertheil desselben liegt 2 Fuß 10 Zoll tiefer, als der des

Kessels, und bildet den Aschenbehälter unter dem Rost, der mit einer 3 Fuß 9 Zoll breiten, 6 Zoll hohen rechtwinkligen Zugöffnung versehen ist. Der Raum zwischen den Seitenwänden der Heitzkammer und dem umgebenden Mantel ist mit Wasser angefüllt, welches mit dem im Kessel befindlichen in unmittelbarer Verbindung steht. Der Rost wird von achtzehn Stäben gewöhnlicher Form gebildet, welche an ihren Hinterenden mit hakenförmigen Zapfen versehen sind, die in entsprechende Löcher des Unterlagers eingreifen, während die vordern Endern frei auf einem Unterlager ruhen, in dessen Oberfläche für jeden Roststab eine Vertiefung angebracht ist. Das Schürloch ist kreisrund, hat 1 Fuß Durchmesser, liegt mit seinem Mittelpunkt 2½ Fuß über dem Rostbalken, und wird mit einer Thür verschlossen, welche aus zwei in geringer Entfernung mit einander verbundenen Eisenplatten besteht. Mit der vordern Bodenplatte ist in gleicher Art, wie bei der hintern, eine Kammer verbunden, deren halbkreisförmiger Obertheil ebenfalls 3 Zoll über den Umfang des Kessels vorspringt; sie liegt mit ihrem untern abgerundeten Theil 1 Fuß 7 Zoll unter demselben und hat eine Länge von 2 Fuß. Ueber dieser Kammer erhebt sich die aus Eisenblech bestehende 8 Fuß hohe, 1 Fuß im Durchmesser haltende Rauchröhre. Aus der Heitzkammer gehen 100 Röhren von zusammengelötheten Messingblech, mit 2 Zoll äußerem und 1½ Zoll innerem Durchmesser, der Länge nach durch den Kessel nach der oben erwähnten Kammer unter der Rauchröhre, und bilden die einzige Verbindung zwischen diesen beiden Räumen. Durch diese Röhren muß also der ganze Zug des Ofens gehen, und die im Feuerungsraum erhitzte Luft kann daher alle Wärme, welche sie im höhern Grad, als das die Röhre umgebende Wasser besitzt, diesem abgeben.

Die größte Schwierigkeit beim Bau dieser Kessel, und wohl der ganzen Maschine, besteht in der dichten Verbindung so vieler enger Röhren mit ihren Enden in den beiden Bodenplatten des Kessels, denn diese Röhren liegen so dicht neben

einander, daß sie nicht, wie die andern Theile des Kessels, zusammen genietet werden können. Gewöhnlich wird folgendes Verfahren angewendet. Nachdem in den Bodenplatten die korrespondirenden Löcher zur Aufnahme der Röhren mittelst eines Prägewerkes ausgeschnitten sind, und der Kessel verbunden ist, werden die ziemlich scharf in die Löcher passenden Röhren eingezogen und die Enden derselben so abgekürzt, daß sie nicht über den Bodenplatten vorstehen. Darauf wird gleichzeitig in beide Oeffnungen jeder Röhre ein stählerner Ring, der hinten etwas stärker ist als vorn, mit Gewalt eingeschlagen, so daß die Seitenwände der Röhren fest gegen den Rand der Oeffnungen gepreßt werden; der noch vorstehende Rand des Ringes wird aber mit einem runden Hammer so lange übergetrieben, bis er einen Ansatz auf der Bodenplatte bildet und das Kopfende der Röhre überdeckt. Fig. 133 Taf. XIII. zeigt den Längendurchschnitt einer solchen Verbindung des Röhrenendes mit der Bodenplatte. Das Mangelhafte dieser Verbindung liegt darin, daß wenn die Bodenplatten durch den starken Dampf im Kessel auseinander gedrückt werden, die Röhren, welche sich nicht in gleichem Maaße der Länge nach ausdehnen können, ihre feste Verbindung mit der Bodenplatte verlieren. Das Ausweichen dieser Platten zu vermeiden, werden der Länge nach eiserne Anker durch manche Kessel gezogen. Bei dem hier in Rede stehenden ist dieß jedoch nicht geschehen, und obgleich derselbe öfters einem Dampfdruck von 60 Pfunden auf den Quadratzoll ausgesetzt war, zeigte sich doch kein Durchdringen des Wassers.

Zur Erzeugung einer großen Dampfmenge ist bei diesen Kesseln ein sehr starker Zug erforderlich, der indessen hier nicht, wie bei stehenden Dampfmaschinen, durch hohe Schornsteine erzielt werden kann, da die Höhe der Rauchröhre bei der Lokomotivmaschine in sehr enge Grenzen eingeschlossen ist, und selten 15 bis 16 Fuß überschreiten darf. Solche niedrige Schornsteine gewähren aber sehr wenig Zug, und es würde nur eine sehr langsame Dampferzeugung stattfinden

können, wenn derselbe nicht auf eine andere Weise zu verstärken wäre. Bei den Stephenson'schen Maschinen geschieht dieß, wie schon weiter oben bemerkt, indem der verwendete Dampf in die Rauchröhre geführt wird, durch welche er stoßweiß ausströmt. Dadurch daß die Kammer, auf welcher die Rauchröhre steht, der äußern Luft unzugänglich ist, wird nach jedem Ausstoß des Dampfes die Luft in derselben sehr verdünnt, wodurch, indem sie sich mit der unter dem Rost befindlichen wieder ins Gleichgewicht setzt, ein starker Zug durch das Feuer und die Heizröhre entsteht. Damit der entlassene Dampf diesen Zweck desto wirksamer erreichen kann, liegen die beiden Cylinder unmittelbar unter der Rauchröhre, in welche die gemeinschaftliche, an ihrer Ausmündung sich erweiternde Dampfableitungsröhre aufsteigt. Je langsamer die Maschine arbeitet, desto geringer wird also auch der Zug, woraus folgt: daß diese Maschinen überhaupt am wirksamsten sind, wenn sie in der Regel mit solchen Geschwindigkeiten sich bewegen, welche nur eine sehr kurze Zwischenzeit in Ausstoßung des Dampfes zulassen, und am vortheilhaftesten wirkt die Geschwindigkeit auf den Zug, wenn die Dampfausströmung beinahe stetig wird.

Von großer Wichtigkeit ist es bei dieser Art von Dampfkesseln, das Wasser immer möglichst genau auf einem gewissen Stand zu erhalten, weil schon bei einer geringen Senkung die Decke der Rauchkammer, oder die obern Zugröhren, verbrennen würden, während bei einem zu hohen Wasserstand der Dampfraum zu sehr verkleinert und die Dampferzeugung gehindert wird. Um daher den Wasserstand im Kessel gehörig beobachten und danach den Zufluß des Speisewassers reguliren zu können, sind zweierlei Vorrichtungen angebracht. Erstlich eine vertical stehende Glasröhre, deren beide Enden in Hülsen eingekittet sind, davon die untere in den Wasserraum, die obere in den Dampfraum des Kessels mündet. Jede der beiden Hülsen ist mit einem Hahn versehen, welche geöffnet den Zutritt des Dampfes und Wassers in die Glasröhre gestatten, und verschlossen werden

können, um eine Absperrung zu haben, wenn die Röhre durch einen Zufall zerbricht oder zerspringt, oder der Kitt, mit welchem sie befestigt ist, unhaltbar wird. In solchen Fällen würde man jeder Beobachtung des Wasserstandes im Kessel verlustig seyn, und mit Sicherheit die Fahrt nicht weiter fortsetzen können. — Es sind deshalb zweitens außer der Glasröhre, welche sich, wie Fig. 124 zeigt, gerade vor dem Stand des Maschinisten befindet, zur Seite der Heitzkammer zwei Probirhähne, von ganz gewöhnlicher Einrichtung angebracht, durch welche sich der Wagenführer, so oft er es nöthig findet, von dem richtigen Stand des Wassers im Kessel Ueberzeugung verschaffen kann. Bei dem sehr geringen Wasserinhalt dieser Kessel und der schnellen Verdampfung bedeutender Wassermengen in demselben wird eine häufige Prüfung des Wasserstandes um so nothwendiger, als man sich nur dadurch von der Wirksamkeit der Nahrungspumpen überzeugen kann.

Nicht weniger Aufmerksamkeit erfordert die Stärke des Dampfes im Kessel, um ein Bersten desselben zu verhindern. Die gewöhnliche Spannung der Dämpfe ist fast bei allen Lokomotivmaschinen dieselbe, und ist gleich einem Druck von 50 Pfunden auf den englichen Quadratzoll Kesselfläche. Damit diese Spannung nicht überschritten werden könne, sind zwei Sicherheitsventile auf dem Kessel angebracht, davon das eine f Fig. 125 dem Maschinisten nicht zugänglich ist; es befindet sich in einer Röhre, durch welche der Dampf entweicht, wenn der Druck desselben so stark wird, daß er das Ventil aufhebt, mit welchem die Oeffnung verschlossen ist. Dieses Ventil wird durch mehrere mit einander verbundene Stahlfedern, von der bei f Fig. 125 gezeigten Form, niedergedrückt, deren Spannung so groß ist, daß sie einem Dampfdruck von 50 Pfunden auf den Quadratzoll des Ventils das Gleichgewicht halten.

Das zweite Sicherheitsventil befindet sich nahe hinter der Heitzkammer und ist mit g in Fig. 125 bezeichnet. Dasselbe ist, wie die gewöhnlichen Sicherheitsventile, mit einem

einfachen Hebel verbunden, der aber nicht, wie sonst gebräuchlich, durch ein angemessenes Gewicht, sondern durch eine Spiralfeder niedergedrückt wird. Gewichte haben die Unbequemlichkeit, beim raschen Gang der Maschine in bedeutende Schwankungen zu gerathen, wodurch sich intermittirend das Ventil öffnet, und eine große Menge Dampf verloren geht, ohne daß die erforderliche Spannung überstiegen ist. Aus diesem Grunde hat man statt der Gewichte die obengedachte Feder angeordnet, mit welcher eine Skala verbunden ist, auf welcher ein Zeiger den Druck in Pfunden auf den Quadratzoll andeutet, mit welchem die Feder angespannt ist. Durch eine Schraube kann diese Feder angezogan oder nachgelassen werden, je nachdem das Sicherheitsventil erst bei einem stärkern, oder schon bei einem schwächern, als dem gewöhnlichen Dampfdruck sich öffnen soll, welches letztere geschieht, wenn die Maschine still gestellt wird, und die Dampferzeugung noch ihren Fortgang hat.

Um in das Innere des Kessels gelangen zu können, ist im Mantel des Heitzraums eine Einsteigeöffnung a Fig. 125 in gewöhnlicher Art angebracht und verschlossen. Eine ähnliche Oeffnung b befindet sich unten im Kessel, welche dazu dient, den Niederschlag des Wassers ausräumen zu können.

Die Röhre, welche den Dampf aus dem Kessel nach dem Cylinder leitet, erhebt ihre Einmündung über die Oberfläche des erstern in dem kupfernen Behälter c, woselbst sich ein von Wasser ganz befreiter Dampf ansammelt. Diese Röhre geht mit einem Kniestück durch den Kessel nach der Kammer unter der Rauch-Röhre, und theilt sich daselbst in zwei Arme, durch welche der Dampf in die Cylinder tritt. Am Knie-Ende der ungetheilten Röhren befindet sich eine Büchse, welche mit einem Hahn d versehen ist, durch dessen Umdrehung die Röhre ganz geöffnet, ganz oder zum Theil verschlossen, und damit die Menge des zutretenden Dampfes regulirt werden kann. Dieser Hahn wird vermittelst einer, den Kessel der Länge nach durchstreichenden Axe e gedreht, zu welchem Behuf das

durch eine Stopfbüchse vortretende Ende derselben mit einer Kurbel versehen ist, die sich im Bereich des Maschinisten befindet.

3. Speisung des Kessels.

Das verdampfte Wasser wird dem Kessel durch zwei Druckpumpen wieder ersetzt, so daß ein immer gleicher Wasserstand in demselben erhalten wird. Das Speisewasser befindet sich in einem weiter unten zu beschreibenden Munitionswagen, von welchem es den Saugröhren der beiden Druckpumpen durch zwei Schleiche zugeführt wird. Diese Schläuche bestehen aus springfederartig geschlagenen hohlen Drathcylindern, welche mit Fischhaut und Leder wasserdicht überzogen sind. Die Elasticität dieser Schläuche ist nöthig, um den Spielraum zu gestatten, welcher beim Beginn der Bewegung und beim Anhalten zwischen der Maschine und dem Munitionswagen entsteht. Die beiden Enden der Schläuche enden in messingene Büchsen, welche mit Schraubengewinden versehen sind, wodurch die Verbindung derselben auf der einen Seite mit den Ausflußröhren des Wasserbehälters, auf der andern Seite mit den Saugröhren der Druckpumpe bewerkstelligt wird. Nahe am Ende dieser Saugröhre, welche zunächst durch ein Hängeband h Fig. 125 unterstützt wird, befindet sich ein Hahn in derselben, der, vermittelst eines vertikal aufsteigenden Schlüssels durch den Maschienisten mehr oder weniger geöffnet, oder ganz verschlossen werden kann, um den Wasserzufluß zur Pumpe zu reguliren, oder ganz abzusperren. Von hier aus gehen beide Saugröhren neben dem Aschenbehälter vorbei zu den Stiefeln der Pumpen, wovon jeder durch zwei Träger dd an den Verbindungsbalken zz festgehalten wird. Fig. 135 Taf. XIII. zeigt diese Verbindung abgesondert gezeichnet; ee ist die Kolbenstange des Dampfcylinders, mit welcher der Arm f verbunden ist, der die Kolbenstange g der Druckpumpen trägt. Diese geht zunächst durch die Stopfbüchse h und dann in den Pumpenstiefel ii, in welchem sie abwechselnd das Wasser aus der Saugröhre hineinzieht und

durch die enggebogene Röhre in den Kessel, oder vielmehr in den die Heizkammer umgebenden Wasserraum ausdrückt. Das Zwischenstück k enthält das Boden=, die Büchsen ii zwei Einlaßventile, welche sich bei dem Vor= oder Rückwärtsgehen des Pumpenkolbens abwechselnd öffnen oder verschließen. Die sämmtlichen Leitröhren sind aus starkem Kupferblech zusammengelöthet, und nur die Zwischenstücke, welche die Ventile und Verbindungsschrauben enthalten, bestehen aus Gußmessing. Jede der beiden Druckpumpen ist von solcher Capacität, um allein das verdampfte Wasser im Kessel ersetzen zu können, so daß die andere gewissermaaßen nur als Reserve=Pumpe für den Fall zu betrachten ist, wenn die wirkende schadhaft wird, oder der Wasserstand im Kessel sich durch einen Zufall tiefer senkt, als mit der Sicherheit desselben verträglich ist. In der Regel ist daher der Wasserzufluß zu einer Pumpe abgesperrt, und also der äußere Luft der Zutritt verstattet, was durch Eröffnung des Hahns m geschieht, der dem Maschinisten durch die Stange n zugänglich gemacht ist. Ohne diese Vorsicht würde der Kolben einen luftleeren Raum im Stiefel erzeugen müssen, und da dieß, abgesehen von dem unützen und sehr bedeutenden Kraftaufwand, nicht vollkommen geschehen kann, so muß nothwendig die Stopfbüchse sowohl, als die Verbindungen der Röhren, undicht und zum Wiedergebrauch untauglich werden. Derselbe Hahn dient auch dazu, um während des Ganges der sich im Leitrohr etwa sammelnden Luft den Ausgang zu gestatten.

Zur Ablassung des Wassers aus dem Kessel dient die mit dem Hahn c Fig. 123 Taf. XI. verschlossne Oeffnung; durch dieselbe wird der Kessel auch anfänglich mittelst einer vorübergehend damit in Verbindung gebrachten Druckpumpe gefüllt.

4. Uebertragung der Bewegung.

Die Zulassung der Dämpfe in die Treibcylinder geschieht in ganz gewöhnlicher Art durch Schiebventile, deren Längen=

profil Fig. 125 und 138 Taf. XII. angedeutet ist. Die Cylinder sind von Gußeisen, haben 11 Zoll innern Durchmesser, 2 Fuß Länge und liegen horizontal. Ueber jedem derselben, und mit ihm aus einem Stück gegossen, befindet sich eine Kammer hh, in welche der gebrauchte Dampf tritt, und über derselben eine zweite, mit einem aufgeschraubten Deckel verschlossen, welche mit dem Dampf im Kessel durch die Röhre ii in stetiger Verbindung steht. Aus diesem leztern Raum gelangt der Dampf durch die Oeffnungen kk über oder unter den Kolben, und treibt denselben vor sich her; der auf der andern Seite desselben befindliche Dampf entweicht aus derselben Oeffnung, durch welche er eingelassen ist, nimmt seinen Weg durch die Höhlung des Ventils l, geht durch die Oeffnung o in den Raum hh, und aus diesem durch die Dampfableitungsröhre m in den Schornstein. Hat der Kolben seinen Lauf zur Hälfte vollbracht, so beginnt die Verschiebung der beiden verbundenen Ventile in solcher Art, daß am Ende des Hubes der Dampf in dem Cylinder verwechselt ist.

Die früher verschlossene Oeffnung k tritt mit dem Dampf aus dem Kessel in Verbindung, während die andere k davon abgesperrt wird, der früher eingelassne Dampf entweicht durch die Höhlung des Ventils in den Raum hh und aus diesem in den Schornstein. Die auf solche Weise in Bewegung gesezte Kolbenstange geht zunächst durch eine gewöhnliche Stopfbüchse r, und wird dann durch zwei, mit ihr verbundne zwischen den Gleißen oo Fig. 135 Taf. XIII. sich bewegende Schlitten genau in horizontaler Richtung erhalten. Die Kolbenstange endigt mit einem giebelförmigen Ueberwurf, der das Ende der Lenkerstange pp Fig. 127 Taf. XIII. aufnimmt, durch welche die Bewegung der, mit dem andern Ende derselben verbundnen, Kurbel an der Treibaxe qq mitgetheilt wird. Beide Cylinderkolbenstangen wirken in gleicher Art nur in entgegengesezter Richtung, und da die beiden Krummzapfen unter einem rechten Winkel gegen einander stehen, so folgt ein stetiges Umdrehen der Axe und der fest damit verbundenen Treibräder. Die Länge des Kolbenzuges

beträgt 18 Zoll, es muß also jede Kurbel 9 Zoll Biegung haben.

Die größern Maschinen mit vier Treibrädern haben dieselbe Einrichtung, nur sind die Cylinder größer und haben 18 Zoll Durchmesser. Die über die Pfannen hinaus verlängerten Radaren sind an ihren Enden mit Krummzapfen versehen, welche bei je zwei hinter einander folgenden Rädern mittelst Lenkerstangen mit einander verbunden sind, durch welche ein Theil der bewegenden Kraft von der Treibaxe auf die beiden andern Treibräder übertragen wird.

Der Cylinderkolben, welcher Fig. 128. Taf. XIII im größern Maaßstab gezeichnet ist, besteht aus einem dreiarmigen Kern von Gußeisen a, in dessen Mitte sich ein konisch ausgedrehtes Loch zur Aufnahme der Kolbenstange befindet; das Ende jedes der drei Arme ist ebenfalls durchbohrt. Es dienen diese Löcher c zur Aufnahme der Schraubenbolzen, welche die Boden- und Deckelplatte des Kolbens, zwischen welchen die Metalliederung eingeschlossen ist, mit einander verbinden.

Die Metalliederung besteht aus zwei concentrischen Ringen dd von Kupfer, welche schräg aufgeschnitten sind, damit sie bei der Abnutzung des äußern sich ausdehnen können, und einen festen Anschluß an die innere Wand des Cylinders behalten. Das Andrücken dieser Ringe gegen die Cylinderwand geschieht durch drei starke stählerne Druckfedern ee zwischen den Armen des Kerns; damit dieselben ihren gehörigen Platz nicht verlassen können, ist jede auf einen Bolzen gestreift, der mit einem Ende in den Kern des Kolbens befestigt ist. Um die Federn in der nöthigen Spannung zu erhalten, wenn auch der Ring abgenutzt wird, ist hinter jeder derselben, auf dem sie tragenden Bolzen, eine Schraubenmutter g angebracht, durch deren Anziehung der erforderliche Druck hervorgebracht werden kann.

Die Details der Mittel zur Uebertragung der Kraft des Dampfes auf die Treibräder sind größtentheils aus den Zeichnungen zu ersehen, sie unterscheiden sich auch nicht von denen

der gewöhnlichen Dampfmaschine, und bedürfen daher keiner nähern Beschreibung, indem sie als bekannt vorausgesetzt werden dürfen. Eigenthümlicher ist dagegen die Art der Verbindung dieser einzelnen Theile mit dem Körper, oder dem Gestell der Maschine.

Die Cylinder nehmen die ganze Länge der vordern, unter den Rauchröhren befindlichen Kammern ein, in deren Wände die korrespondirenden Löcher für die innern Oeffnungen eingeschnitten sind. Beide Verschlüsse oder Deckel der Cylinder befinden sich außerhalb der Wandflächen gedachter Kammer, von welcher ein koncentrischer Ring sich zwischen dem Rand des Cylinders und dem des Deckels eingeschlossen findet, wodurch erstern ein sehr festes Lager verschafft wird. Diese vordere Kammer ist mit der hintern durch die schon erwähnten vier Langschienen z z verbunden, deren jede eine die Hauptaxe umfassende Büchse p p trägt. Eine solche, aus zwei Theilen bestehende Büchse kann, nach Maaßgabe der Abnutzung, durch die beiden in Schrauben endigenden Keile q q zusammen gezogen werden. Damit hierdurch nicht etwa die Backen, welche die Büchse tragen, auseinander gedrückt werden können, sind dieselben durch den Schraubenbolzen r in der richtigen Entfernung mit einander verbunden. Um indessen durch diese Befestigung der Treibaxe die Wirkung der Federn auf die Maschine nicht aufzuheben, ist die Einrichtung getroffen, daß das Zapfenlager p p sich zwischen der Leitung q q vertikal auf und nieder bewegen kann, zu welchem Ende die Lager p p mit zwei vertikalen Ruthen versehen sind, in welche die entsprechenden Vorsprünge der Leitung q q eingreifen. Auf diese Weise sind daher, unbeschadet der Wirkung der Federn, die Angriffs- wie die Stützpunkte der Kraft unverrückbar verbunden, so daß, wenn die Lager der Verbindungs- oder Lenkerstangen und die Treibaxe immer gehörig angezogen werden, die Krummzapfen keine Stöße zu erleiden haben. Um das Lösen dieser Schließkeile während der Bewegung möglichst zu verhindern, werden dieselben noch, nachdem sie angezogen sind, durch Stahlschrau-

ben festgestellt. Die horizontale Leitung der Kolbenstangen ist ebenfalls an je zwei der Verbindungsschienen z z angebracht, wie Fig. 127 im Grundriß und Fig. 128 in der Ansicht zeigen.

Die Leitung besteht aus zwei, durch die Zwischenbolzen o o genau parallel gestellten Schienen, deren innere Flächen ganz eben polirt sind, und zwischen welchen sich der genau passende Schlitten aus Stahl bewegt. An der Unterkante jeder der vier Verbindungsschienen befinden sich vier horizontale, mit Löchern versehene Vorsprünge, an welche die obere Schiene der Leitung angebolzt wird, und zwar an den Enden mittelst der schon erwähnten Stellbolzen o o, in der Mitte durch kleinere Schraubenbolzen, deren Köpfe in der obern Leitschiene versenkt und mit polirt sind. Damit die untere, 20 Zoll lang freiliegende, Leitschiene sich nicht durchbiegen kann, ist sie in der Mitte bogenförmig nach unten verstärkt.

Man hat die Erfahrung gemacht, daß die eigenthümliche rüttelnde Bewegung dieser Maschinen den Schraubenmuttern, durch welche der Verband bewirkt wird, eine starke Neigung giebt, sich zu lösen. Dieß kann aber auf den Gang der Maschine nur sehr nachtheilig wirken, ja Gefahr herbeiführen, weshalb die Abstellung dieses Uebelstandes dringend nöthig war. Das Mittel welches man angewendet hat, ist einfach und entspricht dem Zweck vollkommen. Die Schraubenmuttern, aller wichtigern Maschinentheile, aus deren Lockerwerden nämlich Nachtheil oder Gefahr entstehen könnte, werden jetzt durch Stahlfedern festgestellt, zu welchem Ende die Muttern auf ihren untern Flächen mit einem kreisrund vorspringenden und gezahnten Absatz versehen werden, in dessen Vertiefungen das in einem Knopf auslaufende Ende der Feder eingreift. Fig. 132 Taf. XIII. zeigt die Feststellung der beiden Schraubenmuttern an einer Büchse der Steurungsaxe durch eine Doppelfeder.

5. Steuerung.

Auf dem glatt abgedrehten Theil der Treibaxe, zwiſchen beiden Krummzapfen, befinden ſich, in Form einer verſchiebbaren Büchſe, zwei unter einem rechten Winkel gegeneinanderſtehende excentriſche Scheiben Fig. 134, durch welche die Steurungsſtangen der beiden Cylinder in Bewegung geſetzt werden. Die kupferne Büchſe beſteht aus zwei, der Länge nach geſchiedenen, Theilen a a Fig. 129 und 134, wodurch das Aufbringen derſelben auf die Axe möglich wird, indem die auf beiden Seiten befindlichen Krummzapfen ein Aufſtreifen verhindern. Verbunden ſind beide Theile, außer den Döbeln d d Fig. 129, durch drei Ringe Fig. 127, davon zwei mit den Steurungsſtangen verbunden ſind, der dritte aber zwiſchen beiden angebracht iſt, und einen, weiter unten zu bezeichnenden Zweck hat. An jeder Seite der Büchſe iſt eine der Axe koncentriſche Stahlſcheibe b Fig. 129 und 134 angeſchraubt, welche, um ſie aufbringen zu können, ebenfalls aus zwei Stücken beſteht. Die innere Oeffnung der Büchſe iſt ſehr wenig weiter als der Theil der Axe, auf welchem ſie ſitzt, ſo daß eine Verſchiebung der erſtern mit Leichtigkeit geſchehen kann. Auf der Axe, und zwar zu beiden Seiten der Büchſe, befinden ſich zwei Ringe c c Fig. 134 von denen einer Fig. 130 im Grundriß gezeichnet iſt. Vermöge des Charniers a läßt ſich derſelbe öffnen, und auf die Axe bringen, woſelbſt er durch die Schraube b feſtgeſpannt und durch die Stellſchraube c in der richtigen Lage erhalten wird. — An dem einen verlängerten Blatt d dieſes Ringes befindet ſich ein Vorſprung f Fig. 134, welcher, wenn die Büchſe dagegen geſchraubt wird, in ein entſprechendes viereckiges Loch e der Stahlſcheibe Fig. 129 eingreift und dieſer die Bewegung der Axe mittheilt.

Die Steurungsſtange hat die gewöhnliche Einrichtung und unterſcheidet ſich nur dadurch von der an ſtehenden Maſchinen, daß ſie mit dem, die excentriſche Scheibe umfaſſenden Ringe durch ein Charnier i verbunden iſt, wodurch

beim Seitwärtsverschieben der Büchse eine Klemmung des gedachten Ringes auf der excentrischen Scheibe verhindert wird. Sie umfaßt mit dem an ihrem andern Ende befindlichen Bügel einen Bolzen p Fig. 137, der das Ende des gabelförmigen Hebelarms a verschließt. Durch diesen, von der Steurungsstange in Bewegung gesetzten, Hebel wird der Steurungsaxe b eine drehende Bewegung mitgetheilt, welche sie auf den unter der Ventilstange c befindlichen Hebel d überträgt. Diese Ventilstange muß, da sie zur Vermeidung von Dampfverlust durch die Stopfbüchse geht, eine durchaus geradlinige Bewegung annehmen, in welcher Richtung sie durch die Leitung in Büchsenform e, die mittelst eines Blattes f an die Kesselwand geschraubt ist, erhalten wird. Das obere Ende des Hebels d, durch welches die Ventilstange in Bewegung gesetzt wird, beschreibt einen Bogen, und da letztere, wie oben gezeigt ist, sich nur in gerader Linie bewegen kann, so ist eine feste Verbindung beider Theile nicht möglich. Die Ventilstange ist daher zwischen ihren Richtpunkten mit einem kleinen viereckigen Rahmen versehen, in welchem das walzenförmig gearbeitete Ende des Hebels d sich frei bewegt und ein Hin- und Zurückschieben der Ventilstange bewirkt. Die Oeffnung in dieser Stange hat eine etwas größere Länge, als zur Aufnahme des Hebelkopfes erforderlich ist, so daß keine fortwährende Bewegung der Ventilstange stattfindet, sondern diese im Augenblick des Wechsels im Kolbenlauf schnell verschoben wird. Hieraus ergiebt sich der große Vortheil, daß die Oeffnungen im Cylinder zum Ein- und Auslassen des Dampfes gleich vom Anfang der Bewegung an gänzlich geöffnet sind, und die volle Kraft des Dampfes auf den Kolben wirkt. Durch eine angemessene Entfernung der beiden Schiebeventile von einander, welche sich durch eine sie verbindende Schraube mit doppelten entgegengesetzten Gängen l Fig. 125 stellen läßt, kann dessen ungeachtet das Expansionsprincip in Anwendung gebracht werden, wie es auch in der Regel bei Lokomotivmaschinen geschieht.

Sowohl um die Maschine in Gang zu bringen, als denselben nach Umständen zu verändern, ist es nöthig, die Schiebeventile außer Verbindung der Treibaxe bringen zu können; dazu dient die Fig. 5 und 15 gezeichnete Vorrichtung. Durch einen Fußtritt auf den langen Arm des Winkelhebels h, welcher sich auf der linken Seite vom Stand des Maschinisten befindet, wird die Stange kk, und dadurch der mit der Axe l verbundene Hebelsarm m angezogen. Die beiden nach unten gerichteten Hebelsarme nn, welcher die Axe zweier verbundenen beweglichen Walzen oo tragen, werden dadurch gedreht und die Walzen gehoben. Diese befinden sich unter den Steurungsstangen, welche daher mit ihnen so weit gehoben werden, daß ihre Bügel den Bolzen p der Hebel aa an der Steueraxe verlassen, wodurch die Verbindung zwischen Steuerung und Hauptaxe aufgehoben wird, wie dieses die punktirten Linien der Fig. 137 näher nachweisen. Sobald der Druck auf den Winkelhebel h aufhört, senken sich die Walzen wieder, und mit ihnen die Steurungsstangen, deren Bügel wieder die Bolzen p des Hebelarms a umfassen. Dieses Eingreifen zu sichern, ist dem Ende jeder Steuerungsstange ein schweres Gewicht q angehangen.

Sobald auf vorbeschriebene Weise die Verbindung der Ventile mit den excentrischen Scheiben aufgehoben ist, müssen erstere durch den Maschinisten in Bewegung gesetzt werden, wozu folgende Vorrichtungen angebracht sind. Die beiden Steurungsaxen bb sind nach der Außenseite der Maschine verlängert, jede trägt auf dieser Verlängerung einen zweiarmigen Hebel ss, dessen gabelförmig aufgeschlitzte Enden zwei Zugstangen tt aufnehmen, welche neben dem Kessel schräg anlaufend, zum Stand des Maschinisten gehen, wo sie auf gleiche Weise mit zwei Doppelhebeln verbunden sind, die sich, wie Fig. 123 u. 124 Taf. XI und Fig. 127 u. 137 Taf. XIII zeigen, auf den beiden Enden einer Handsteuerungsaxe rr befinden. Diese Axe besteht aus zwei Theilen, welche sich in entgegengesetzter Richtung bewegen müssen, wie es die Ventile der Cylinder erfordern. Fig. 136 Taf. XIII zeigt

den Längendurchschnitt dieser Axe, in deren passender Aushöhlung des einen Theils der andere sich in beliebiger Richtung drehen kann. Jeder dieser für sich beweglichen Axentheile ist mit einem aufwärts gebogenen Hebelsarm u versehen, der in einem horizontalen Handgriff endigt. Wenn daher der Maschinist mit jeder Hand einen Griff umfaßt, und die Hebelsarme abwechselnd anzieht und wegstößt, so werden dadurch die Ventile in gleicher Art geöffnet und verschlossen, unabhängig von der Bewegung der ganzen Maschine, welche damit erst hervorgebracht wird oder verändert werden kann. Der Maschinist hat hiernach die Steuerung ganz in seiner Gewalt, und es ist ersichtlich, daß er dadurch auch in den Stand gesetzt ist, die Maschine eben so wohl vorwärts, als rückwärts laufen zu lassen, je nachdem er den Zutritt des Dampfes über oder unter die Cylinderkolben dirigirt. Damit dieses aber auch im schnellsten Lauf der Maschine geschehen kann, wo der richtige Zeitpunkt zur Verwechslung nicht wohl zu treffen ist, sind besonders zu diesem Zweck dienende Vorrichtungen mit derselben verbunden, welche aus dem Grundriß und Längenprofil Taf. XII u. XIII deutlich zu ersehen sind. Es ist früher schon erwähnt, daß auf jeder Seite der verbundenen excentrischen Scheiben sich ein mit der Treibaxe fest verbundner Ring c, Fig. 127 und 134 befindet, welcher vermöge eines Vorsprungs f in das Loch c Fig. 129 der mit der Büchse verbundenen Scheibe b eingreift, und dieser die Bewegung der Axe mittheilt. Die eingreifenden Vorsprünge der beiden festen Ringe stehen einander aber nicht gegenüber, sondern sind um eine Viertel-Umdrehung versetzt. Wird daher die Büchse mit den excentrischen Scheiben von dem einen Kranz gelöst und mit dem andern verbunden, so nehmen die Ventile eine der frühern Folge gerade entgegengesetzte Bewegung an, welche sich dann auch den Kolben und der ganzen Maschine mittheilt. Die Verschiebung von einem Treibring zum andern geschieht durch die horizontale Drehung des doppelarmigen Hebels o o Fig. 127, dessen Drehpunkt, wie Fig. 123 Taf. XI zeigt, sich an dem äußern

Mantel der Heitzkammer befindet und dessen längerer, mit einem Handgriff versehener, Arm dem Maschinisten zugekehrt ist. Dieser Arm ruht auf einer das Geländer mit dem Mantel der Heitzkammer verbindenden Stange w Fig. 127, welche mit zwei Einschnitten versehen ist. Je nachdem der Hebelsarm nun so gedreht ist, daß er in den einen oder andern Einschnitt gelegt werden kann, zeigt dieses an, daß die excentrischen Scheiben mit einem der festen Kränze c c verbunden, und die Steurungsstangen in Thätigkeit sind. Um also dem Gang der Maschine eine entgegengesetzte Richtung zu geben, ist nichts weiter erforderlich, als den Hebelsarm aus dem Einschnitt zu heben, in welchem er sich befindet, und ihn so weit fortzuschieben, bis er in den andern Einschnitt fällt.

Der kurze Arm des Hebels v v ist nämlich mit dem langen Arm eines aufrecht stehenden doppelarmigen Hebels e e Fig. 123 verbunden, dessen Drehpunkt sich bei 1 befindet, und dessen kürzerer, am Ende gabelförmig aufgeschlitzter, Arm den Kopf der Axe f f Fig. 127 umfaßt. Auf dieser Axe ist ein Arm y befestigt der ebenfalls gabelförmig ausläuft und in die beiden Ohren a a des Ringes Fig. 131 eingreift, der sich auf der Büchse zwischen den beiden excentrischen Scheiben befindet. An der einen Ringhälfte befindet sich außerdem noch ein Dorn b, welcher rückwärts in ein entsprechendes Loch des Arms y eingreift, und dieser daher auf eine dreifache Art mit dem Ring verbunden ist. Durch die Bewegung des horizontalen und des vertikalen Hebels kann die Axe x x so weit verschoben werden, daß vermöge des Arms y die Büchse von dem einen Kranz c abgelöst und mit dem andern i verbunden wird, was die oben bemerkte Verwechselung der Bewegung zur Folge hat.

6. Räder, Axen und Büchsen.

Die Maschine, sowohl die leichtere als die schwerere, ruht auf 6 Rädern, erstere hat 2 Treibräder von 5 Fuß, und 4 Unterstützungsräder von 3½ Fuß Durchmesser, letztere

hat vier, je zwei durch Lenkerstangen verbundene Treibräder von 4½ Fuß, und 2 Unterstützungsräder von 3½ Fuß Durchmesser. Die großen Räder sind mit 20, die kleinen mit 12 versetzten Speichen versehen. Die Naben der großen Räder haben 18 Zoll, die der kleinen 12 Zoll Durchmesser und bestehen aus Gußeisen. Den Kranz bilden zwei koncentrische Ringe, von denen der eine aus Guß-, der andere aus gewalztem Eisen besteht. Die gemeinschaftliche Breite beider beträgt bei den Treibrädern 6, bei den Unterstützungsrädern 4½ Zoll. Der gußeiserne Kranz ist 2⅔ Zoll stark.

Er ist nicht massiv, sondern mit einer koncentrischen Ruthe versehen, die nach Fig. 126 mit Holz ausgefüttert ist. Räder von so bedeutender Größe würden, in einem Stück gegossen, dem Zerbrechen zu sehr ausgesetzt seyn, weshalb bei denselben der innere Reif des Rades, so wie die Nabe, aus abgesonderten Gußtheilen bestehen, welche durch hohle schmiedeeiserne Speichen mit einander verbunden sind. Der Guß geschieht in Formen, welche die fertigen Speichen schon enthalten, deren vorspringende Enden von der fließenden Eisenmasse umgeben nnd nach deren Erkaltung festgehalten werden. Eine solche Verbindung würde indessen, wenn alle Speichen in einer Ebene lägen, deren Nabe noch keine vollkommen feste Stellung im Kranz sichern, weshalb dieselben, wie Fig. 126 zeigt, eine schräge Richtung erhalten, in der Art, daß eine von der innern Kante des Kranzes nach der äußern der Nabe gehende Speiche mit einer, die äußere Kante des Kranzes mit der innern der Nabe verbindenden Speiche abwechselt, wodurch eine Verstrebung erzeugt wird, die der ganzen Verbindung des Rades, besonders aber der Stellung der Nabe, eine große Festigkeit verleihet. Das in der erforderlichen Form gewalzte und zusammengeschweißte Band wird im erhitzten Zustand auf den gußeisernen Kranz aufgetrieben, und drückt sich bei seiner Zusammenziehung während der Erkaltung sehr fest auf denselben. Um aber eine Ablösung dieses Bandes gänzlich zu verhindern, wird es durch mehrere Bolzen, deren Köpfe in der Bahnfläche

versenkt sind, auf den gegossenen Kranz festgenietet, worauf das Rad auf die Drehbank gebracht und vollkommen rund und glatt gedreht wird.

Die Treibräder sowohl als die Unterstützungsräder sind in dieser Art konstruirt, nur mit dem Unterschied, daß die Bahn der erstern bei den kleinern Maschinen rein walzenförmig ist, während die der letztern mit einem Spurkranz versehen ist, der dem Bandeisen schon beim Auswalzen ertheilt, und beim Abdrehen nur rund und glatt gemacht wird. Das Loch in der Nabe wird noch vor dem Abdrehen des Kranzes genau rechtwinklich auf der Radfläche nachgebohrt, und in dasselbe die ganz scharf passende Axe durch starke Hammerschläge eingetrieben. Nabe und Axe werden dann durch einen stählernen Bolzen verbunden, der in ein zur Hälfte in die Nabe gebohrtes Loch getrieben wird. Die Axen der Treibräder haben einen Durchmesser von $4^1/_2$, die der andern von 4 Zoll; sie bestehen aus geschmiedetem Eisen, und diejenigen Theile derselben, welche eine Reibung zu erleiden haben, sind genau rund abgedreht, eingesetzt und glatt polirt.

Die Büchsen bestehen, nach Fig. 126, aus einfachen messingenen Pfannen, deren Obertheile mit ihren halbrunden Aushöhlungen auf den Zapfen der Axe ruhen. In der Oberfläche jeder Büchse befindet sich eine Vertiefung, die zur Aufnahme des Oeles zum Schmieren dient, welches vermittelst zweier Oeffnungen zum Zapfen der Axe gelangen kann; in diesem Steg befindet sich ein rundes Lager, welches zur Aufnahme des Fußes einer Stange dient, welche mit einem oben angebrachten Bügel die zugehörige Druckfeder umfaßt und mit der Büchse verbindet, wie Fig. 123, 124 und 126 zeigen. Zur Vermeidung von Oelverlust und Abhaltung des Staubes ist der Arenzapfen auch von unten durch ein Pfannenstück geschlossen, welches mit seiner halbkreisförmigen Aushöhlung gegen den Untertheil des Zapfens angedrückt, und durch zwei Bolzen mit dem obern Lager verbunden wird. Daß diese Büchsen sich zwischen den Leitungen

der verbundenen Bodenstücke in vertikaler Richtung frei auf und nieder bewegen können, um den Wirkungen der Federn den nöthigen Spielraum zu gestatten, ist früher schon angeführt worden.

7. Vorrichtungen zum Schmieren.

Dieselben sind mit allen den Theilen der Maschine in Verbindung gebracht, welche außer der allgemeinen fortgehenden eine besondere Bewegung machen, und zur Verminderung der Reibung geschmiert werden müssen; dahin gehören insbesondere die Zapfen der sämmtlichen Räderaxen, der Steuerungswellen und Lenkerstangen, die Leitung für geradlinige Bewegung der Kolben- und Ventilstangen, so wie die excentrischen Scheiben mit Zubehör. Zum regelmäßigen Gang der Maschine, mithin auch zur Vermeidung aller Stöße, ist es durchaus erforderlich, daß alle Zapfen genau von ihren Büchsen umschlossen werden, und dieses scharfe Anschließen macht die Anwendung eines flüssigen Fettes zum Schmieren der reibenden Maschinentheile nöthig, weshalb in der Regel das feinste Knochenöl dazu angewendet wird.

Das Oel zum Schmieren der Zapfen an den Räderaxen befindet sich in einem verdeckten Behälter über der Pfanne, aus welchem es durch zwei Löcher zum Zapfen selbst gelangen kann. Damit das Oel nicht sogleich wieder unten abtröpfeln kann, ist die Büchse mit einem Untertheil verschlossen, welcher es auffängt und der Axe wieder mittheilt. Zum Schmieren der Zapfen an den Lenkerstangen und der Steuerungsaxe, so wie der Leitung für die Stangen der Cylinderkolben, der Schiebeventile und der Druckpumpenkolben sind über denselben kleine messingene Büchsen angebracht, in welchen sich das Oel befindet, deren jede mit einem Deckel versehen ist, welcher durch eine Feder verschlossen wird. Diese reibenden Theile erfordern zwar nur eine geringe, aber ungusgesetzte Schmierung, weshalb ihnen das Oel tropfenweis auf folgende Art zugeführt wird.

In der Mitte des kleinen Oelbehälters ist eine enge Röhre durch den Boden geführt, welche sich wenig über der Oberfläche des Oels erhebt, und mit ihrem Untertheil in das zu treffende Schmierloch gesteckt wird. Das Ende eines gewöhnlichen in Oel eingetauchten Lampendochts ist in die obere Oeffnung der gedachten Röhre geführt, und in derselben etwas tiefer, als der Boden des Behälters hinunterhängt. Durch Capillarität zieht sich das Oel im Docht aufwärts, fällt von demselben tropfenweis durch die Röhre nieder ins Schmierloch, und gelangt durch dasselbe zu der reibenden Fläche.

Der Theil der großen Treibaxe, auf welchem sich die Büchse mit den excentrischen Scheiben hin und her schieben läßt, wird nur gelegentlich geschmiert, da ein Wechsel der Richtung nur selten vorkommt, und man durch fortwährendes Schmieren viel Oel verschwenden würde. Zu diesem Ende ist neben dem Kessel, Fig. 123 Taf. XI. eine Oelbüchse f angebracht, von welcher eine sehr enge Röhre nach der bezeichneten Stelle der Axe führt. Diese Röhre ist mit einem, dem Maschinisten zugänglichen Hahn verschlossen, welchen derselbe auf kurze Zeit öffnet, wenn die Axe geschmiert werden soll.

Das Schmieren der Cylinderkolben hält man schon längst für überflüssig, und es würde noch mehr bei einer horizontalen Lage der Cylinder seyn, weshalb auch keine Vorrichtungen zu diesem Zweck angebracht sind. Die Stopfbüchsen der Dampfcylinder und die Druckpumpen werden dagegen in der oben beschriebenen Art geschmiert, indem dieselben durch ihren Rand gebohrt sind, und auf jedem dieser Schmierlöcher eine der eben beschriebenen Oelbüchsen aufgesetzt ist. Der lange Verbindungszapfen der beiden Theile, aus welchen die Handsteurungsaxe besteht, wird durch mehrere in der Hülse angebrachte Löcher, Fig. 136 aus freier Hand geschmiert.

8. Der Munitionswagen

ist durch die ersten vier Figuren 139, 140 (Taf. XII.) und Fig. 141 und 142 (Taf. XIII.) in der Seitenansicht, im Grundriß und im Längenprofil dargestellt [1]). In ähnlicher Art, wie die Maschine, wird das aus einem hölzernen verstrebten Rahmen bestehende Gestell des Wagens durch Druckfedern getragen, welche auf den Büchsen der Radaxen ruhen. Die Räder, Axen, Büchsen sind übrigens eben so konstruirt, wie dieselben Stücke bei der Maschine. Ueber dem Rahmen erheben sich auf dem äußersten Rand desselben vier Wände, welche mit dem Belag auf ersteren einen Kasten bilden, der zur Aufnahme des Brennmaterials bestimmt ist, und dessen niedriger als der Stand des Maschinenwärters liegender Boden mit diesem durch eine schräge Fläche in Verbindung gebracht ist. Ueber dem Kohlenkasten befindet sich der Wasserbehälter von starkem Eisenblech, welcher, wie der Grundriß zeigt, drei Seiten des Wagengestelles einnimmt, die vierte, der Maschine zugewendete offen lassend, um zu den Kohlen gelangen zu können. Der hintere Theil des Wasserkastens ist etwas erhöht, und in der Oberfläche mit drei Klappen versehen. Die mittlere verschließt die Oeffnung zur Einnahme des Wassers, während die beiden andern zweien Kasten angehören, in welchen verschiedene Geräthschaften aufbewahrt werden.

An den beiden nach Innen gekehrten Längenwänden des Wasserkastens sind zwei kupferne Ausflußröhren a angebracht, deren jede mit einem Hahn b verschlossen werden kann. Die untern Enden dieser beiden Röhren werden mittelst Schraubenmuttern mit den beiden früher erwähnten elastischen Schläuchen verbunden, welche das Wasser zu den Druckpumpen führen.

---

1) Der Maaßstab zu diesem Munitionswagen ist derselbe wie der zu Fig. 83 — 95 Taf. IX.

Die Verbindung des Munitionswagens mit der Maschine geschieht durch die Zugstange, welche den mittleren Theil einer Druckfeder umfaßt, deren Enden mit den beweglichen Bolzen cc verbunden sind, und deren Stellung durch die Kette dd fixirt wird. Diese Feder hat den Zweck, die sonst unvermeidlichen Stöße beim Anziehen der Maschine zu verhindern, welche diesen Wagen besonders nachtheilig seyn würden.

Die Räder dieses Wagens können gebremst werden, um die Beschleunigung beim Niedergang auf schiefen Ebenen zu mäßigen, oder ganz aufzuheben. Die Bremsvorrichtung besteht aus zwei Holzklötzen ee, welche auf den entgegengesetzten Seiten der äußersten Enden zweier, auf der Axe ff befestigten, Hebelsarme angebracht sind. Mit derselben Axe, welche von den am Rahmen befestigten Lagern g umfaßt und gehalten wird, ist der Hebelsarm h fest verbunden, durch dessen Aufziehen oder Niederlassen die Holzstücke fest gegen die Radkränze gedruckt oder davon abgelöst werden.

Das Anziehen dieses Hebels geschieht durch die mit dem äußersten Ende desselben verbundene, Zugstange ii, deren oberes Ende mit einem Schrauben-Gewinde versehen, und durch das Loch eines am Wasserkasten angebrachten Steges k gesteckt ist. Vermittelst Umdrehung einer mit der Kurbel l verbundenen Schraubenmutter kann das Anziehen und Lösen dieses Hebels durch den Heizer bewirkt werden, bei dessen Stand die Kurbel sich befindet.

Alle nicht polirten Eisen-, so wie auch die sämmtlichen Holzflächen des Munitionswagens sowohl, als der Maschine, werden zur mehreren Konservation mit Oelfarbe angestrichen.

9. Effekt der Maschine.

Derselbe ist bei einer und derselben Maschine sehr verschieden, da er bei größern Geschwindigkeiten sowohl, als durch eine schlechte Beschaffenheit des Schienenweges sehr vermindert wird. Außerdem hängt derselbe vom Gewicht der Maschine und den Neigungen der Eisenbahn ab.

Die Adhäsion der Treibräder mit den Schienen ist es einerlei, durch welche überhaupt eine Fortbewegung bewirkt wird, und diese wechselt, wenn nur zwei Treibräder vorhanden sind, auf welchen $^2/_3$ des ganzen Gewichts ruhen, je nachdem die Schienen rein und ganz trocken oder ganz naß, oder mit Schmutz bedeckt sind. Es ist daher gebräuchlich, $^1/_{20}$ des Gewichts der nur mit zwei Treibräder versehenen Maschine für die Adhäsion in Rechnung zu bringen, in welcher Voraussetzung dieselbe noch bei einem sehr schmutzigen Zustand der Schienen die entsprechende Last fortzubewegen vermag, ohne daß die Treibräder ausgleiten.

Die Kraft der Maschine innerhalb der durch die Adhäsion der Treibräder bedingten Grenze hängt von der Stärke des Dampfdruckes und der Weite der Cylinder ab. Der Dampf wird bei dieser Maschine gewöhnlich auf eine Höhe gespannt, welchem einem Druck von 50 Pfunden auf dem Quadratzoll Kesselfläche entspricht; die Wirkung dieses Druckes auf die Kolbenfläche ist aber aus verschiedenen Gründen weit geringer, denn:

1) verliert der Dampf sehr an Spannung bevor er durch mehrere gebogene Röhren und enge Ventilöffnungen in den Cylinder gelangt;
2) findet auf der entgegengesetzten Seite des Kolbens ein bedeutender Gegendruck statt, welcher durch den daselbst befindlichen Dampf veranlaßt wird, und dessen schnelle Austreibung eine gewisse Kraft erfordert;
3) weicht der Kolben schon mit einer gewissen Geschwindigkeit vor dem Dampf aus, so daß dieser nur mit einem Theil seiner Kraft auf erstern wirken kann.

Dieser letztere Umstand ist es hauptsächlich, welcher bei bedeutenden Geschwindigkeiten den Effekt der Maschine ungemein vermindert und zwar in einem stärkern Verhältniß, als eine bloße Reduktion der mechanischen Momente ergiebt. Von dieser schon sehr verminderten Kraft, wird nun ein nicht unbedeutender Theil noch zur Ueberwindung der Reibung an den sich bewegenden Maschinentheilen erfordert, und erst

der übrig bleibende Theil ist als wirkliche Nutzkraft zu betrachten.

Die Werthe aller dieser Gegenwirkungen haben einzeln genommen noch nicht vollständig ermittelt werden können, und man hat sich daher begnügen müssen, dieselben aus dem Effekt der Maschine bei verschiedenen Geschwindigkeiten rückwärts sumarisch herzuleiten. Wood hat in seinem Werk on Railroads sec. edition, Seite 418 und 419 zwei Tafeln mitgetheilt, aus welchen die in der anliegenden Uebersicht enthaltenen, Werthe für den nöthigen Druck auf den Quadratzoll Kolbenfläche, für alle Geschwindigkeiten der Last von 10 bis 20 englische Meilen in der Stunde, berechnet worden sind.

Der Widerstand der Last auf horizontalen Eisenbahnen besteht nur in der rollenden Reibung am Umfang der Räder, und der schleifenden zwischen den Radaxen und den Büchsen; beide zusammengenommen betragen auf guten Schienenwegen $^1/_{200}$ der Last, wenn dieselbe zwischen den Rädern, und $^1/_{240}$ wenn dieselbe außerhalb derselben auf den Verlängerungen der Axen ruht, welche viel dünner, als diese selbst gemacht werden können. Wood hat bei Aufstellung seiner Tafeln $^1/_{224}$ der Last als gesammten Reibungswiderstand angenommen, und kann diese Verhältnißzahl um so mehr beibehalten werden, als in den Bahnkrümmungen gelegentlich noch eine Seitenreibung entsteht, welche bei dem Verhältniß von $^1/_{240}$ nicht berücksichtigt worden ist.

Bei Ansteigung der Bahn muß die Last noch gehoben werden, wozu eine Kraft erforderlich ist, welche sich zur Last verhält, wie die Höhe dieser Steigung zur Länge.

Nach diesen Grundsätzen sind in der anliegenden Tafel 1 die Lasten berechnet worden, welche die beschriebene Maschine unter den ungünstigsten Umständen, bei verschiedenen Geschwindigkeiten und Ansteigungen, fortzuschaffen im Stande ist. Bei den hier ermittelten Lasten ist das Gewicht der Transportwagen mit inbegriffen, und da diese durchschnittlich $^1/_3$ der ganzen, oder Bruttolast, ausmachen, so sind $^2/_3$ derselben als Nettolast zu betrachten.

Daß bei dieser Berechnung die ungünstigsten Verhältnisse angenommen sind, und die Maschine unter allen Umständen den, in der Tabelle angegebenen Effekt zu leisten im Stande ist, geht aus der Vergleichung mit dem Effekt hervor, der im Kontrakt zwischen der belgischen Regierung und Herrn Robert Stephenson festgestellt ist. Nach demselben soll diese Maschine im Stande seyn:

1) mit Reisenden (ohne Angabe des Gewichts) 25 bis 30 engl. Meilen,
2) mit Ladung von 50 bis 80 Tonnen Brutto 20 engl. Meilen in einer Stunde auf einer mit 1 in 1000 geneigten Bahn zurückzulegen.

Dieses ist das Dreifache des in der Tabelle berechneten Effekts. — Unseres Wissens ist die Maschine noch nicht mit dieser Last versucht worden, ohne Zweifel werden aber im Kontrakt stillschweigend die allergünstigsten Verhältnisse der Bahn vorausgesetzt seyn.

Nach demselben Kontrakt sollen die größern Maschinen, deren Cylinder 14 Zoll und deren vier Treibräder jedes $4^1/_2$ Fuß Durchmesser hat, 140 Tonnen Brutto mit einer Geschwindigkeit von 12 bis 15 Meilen in der Stunde auf einer mit 1 in 1000 geneigten Eisenbahn befördern können.

(Siehe die beigegebene Tafel).

10. Kosten der Maschine und des Betriebs.

Nach dem angeführten Kontrakt erhält Stephenson et Comp.

1) für eine Maschine, wie die gezeichnete, 1060 Liv. Sterling oder 7420 Thaler,

2) für eine Maschine mit 4 Treibrädern, 14 zölligen Cylindern uud 120 messingenen Röhren durch den Kessel, 1205 Liv. Sterling oder 8435 Thlr.,

3) für einen Munitionswagen, der für die Maschine ad 1, 500, für die Maschine ad 2, 600, oder 80 und 98 Kubikfuß Wasser faßt, 120 Liv. Sterl. oder 840 Thaler.

Als Reserveſtücke werden für jede Maſchine noch dabei geliefert, eine Haupttreibaxe mit den Krummzapfen, ein paar große Treibräder, zwei excentriſche Scheiben, ein Cylinderkolben, zehn meſſingene Röhren durch den Keſſel.

Die mit dem Munitionswagen zu liefernden Geräthſchaften beſtehen in: einem Satz Schrauben und Splinte, einem großen und kleinen Schraubenſchlüſſel, drei Kaltmeiſſeln, einem Handhammer, einer langen Kette, zwei kurzen Verbindungsgliedern und zwei Oelkannen.

Der Verbrauch an Brennmaterial und Waſſer bei dieſen Maſchinen richtet ſich nach der Dampfkonſumtion, alſo nach der Geſchwindigkeit, mit welcher die Maſchine arbeitet. Erfahrungen mit den Maſchinen Saturn, Etna und Firefly auf dem Liverpool-Manſcheſter Schienenweg (ſiehe Egen in den „Verhandlungen des Berliner Gewerbevereins" fünfte Lieferung 1834) haben ergeben, daß dieſelben im Durchſchnitt täglich 95 engliſche Meilen, alſo den Weg zwiſchen beiden Städten 3 Mal zurückgelegt haben, was nahe 20 preußiſche Meilen für das Tagewerk einer Maſchine giebt. Bei einer Geſchwindigkeit von 10 engliſchen Meilen in der Stunde ſind alſo $9^1/_2$, und bei einer von 20 Meilen in der Stunde $4^3/_4$ Stunden dazu erforderlich.

Für den erſten Fall müſſen die fünf Fuß im Durchmeſſer haltenden Treibräder in der Stunde 3017 Umdrehungen, folglich jeder Cylinderkolben eben ſo viel Auf- und Niedergänge machen. Der Flächeninhalt beider 11 Zoll im Durchmeſſer haltenden Kolben beträgt zuſammengenommen 190 Quadratzoll, der ganze Weg derſelben während einer Evolution 3 Fuß; es werden alſo in der Stunde 11847,32 Kubikfuß Dampf verwendet. Ein Kubikfuß Waſſer giebt Severin's Beiträge zur Kenntniß der Dampfmaſchinen in der „Abhandlung der Königl. techniſchen Deputation," I. 1826. S. 347) auf engliſches Maaß und Gewicht reduzirt, 550,1 Kubikfuß Dampf mit der Spannung von 50 Pfunden auf den Quadratzoll; es müſſen daher in der Stunde 21,5 Kubikfuß Waſſer verdampft werden. Daß die Maſchine im Stande iſt,

ten und Neigungen der Eisenbahn ziehen kann.

16.	17.	18.	19.	20.
3,36	3,57	3,78	3,99	4,2
23,47	24,93	26,40	27,87	29,33
22,4	38,8	25,2	26,6	28,0
327,43	5129,14	5430,86	5732,57	6034,29
4,02	4,27	4,53	4,78	5,03
12,15	10,59	9,23	8,01	6,93
308,50	2012,10	1753,70	1521,90	1316,70
280,17	8591,67	7944,26	7274,68	6623,00
395	345	301	261	226

n.	Preuß. Ztr.	Engl. Tonn.	Preuß. Ztr.	Engl. Tonn.	Preuß Ztr.	Engl. Tonn.	Preuß. Ztr.	Engl. Tonn.	Preu Ztr.
0	777,86	34,50	678,96	30,10	592,37	26,10	513,65	22,60	444,
1	736,23	32,67	642,95	28,50	560,88	24,72	486,49	21,40	421,
2	699,03	31,02	610,47	27,07	532,74	23,47	461,89	20,32	399,
7	676,40	30,02	590,79	26,19	515,42	22,71	446,93	19,66	386,
7	635,07	28,19	554,78	24,59	493,98	21,32	419,58	18,46	363,
3	622,48	27,62	543,56	24,10	474,29	20,90	411,31	18,10	356,
8	607,32	26,95	530,38	23,52	462,87	20,39	401,28	17,66	347,
2	583,83	26,14	514,45	22,80	448,70	19,77	389,07	17,12	336,
6	565,10	25,12	494,36	21,92	431,39	19,00	373,92	16,46	323,
3	536,87	23,83	468,97	20,79	409,15	18,03	354,83	15,61	307,
7	518,96	23,03	453,23	20,10	395,57	17,43	343,02	15,09	296,
2	498,30	22,12	435,32	19,29	379,63	16,73	329,25	14,49	285,
9	474,09	21,04	4 4,07	18,35	361,13	15,91	313,11	13,79	271,
1	444,96	19,75	388,68	17,23	339,09	14,94	294,02	12,94	254,
3	409,93	18,20	358,18	15,88	312,52	13,77	270,99	11,92	234,
3	366,64	16,27	320,19	14,20	279,46	12,31	242,26	10,66	2 9,
4	311,73	13,84	272,37	12,07	237.54	10,47	206,05	9,06	178,
9	239,90	10,65	209,59	9,29	182,83	8,06	158,62	6,98	137,

ad pag. 235.

Eisenbahnen, bei verschiedenen

20.	
4,2	Bemerkungen.
ten und	
Pfd.	
1,111	Es ist vorausgesetzt, daß
1,173	die Maschine die ganze in
1,215	der Tab. 1 berechnete Last
1,256	zieht, davon $^2/_3$ als Netto=
1,338	last zu betrachten sind;
1,364	ferner daß bei den Nei=
1,398	gungen die Last bergan
1,443	transportirt wird.
1,475	Müssen die Maschinen
1,556	ohne Ladung und mit lee=
1,609	ren Transportwagen zu=
1,676	rückfahren; so verdoppeln
1,762	sich beinahe die Förderko=
1,877	sten; wird aber nur ein
2,003	gewisser Theil der ange=
2,239	nommenen Last befördert,
2,635	so verhalten sich die Kosten
3,361	umgekehrt wie die Lasten.

diese und eine noch weit größere Wassermenge in der Stunde zu verdampfen, zeigt nachstehende Berechnung.

100 Heitzröhren von 1½ Zoll innerm Durchmesser 7½ Fuß Länge geben einen Flächenraum

von . . . . . 287,5 Quadratfuß.

Die Wände der Heitzkammer haben, bei 3⅓ Fuß Länge, einen Umfang von 9⅔ Fuß, Flächenraum . . . . 32,16 —

= 319,66 Quadratfuß.

Zur Verdampfung eines Kubikfußes Wasser in der Stunde sind 8 Quadratfuß der Hitze ausgesetzte Fläche erforderlich, der Kessel ist also im Stande 39,96 Kubikfuß Wasser in der Stunde zu verdampfen.

Zur Verdampfung eines Kubikfußes Wasser waren bei der ersten Maschine auf dem Liverpool-Manchester Weg erforderlich:

1) beim Phönix 12,36 Pfund Coaks
2) „ Rocket 10,83 „ „
3) „ Arrow 10,22 „ „

Die später auf dieser Eisenbahn angewendeten größern Maschinen verwenden weit weniger Brennmaterial; da aber bei den bekannt gemachten Versuchen die Masse des verdampften Wassers nicht angegeben ist, so können dieselben hier nicht benutzt, dagegen mit Sicherheit das letzte Resultat angenommen werden.

In der Stunde werden 21,5 Kubikfuß Wasser verdampft, es gehören also dazu 129,73 Pfund Coaks, und im Tag zu

9,5 Stunden = ... 1232,435 Pfd.

Zur Erhitzung des Wassers, bis der Dampf eine Spannung von 50 Pfd. auf den Quadratzoll erreicht, gehören . . . . . 142,0 „

Während des Stillstands der Maschine, den man täglich auf eine Stunde rechnen kann, die Hälfte des Brennmaterials zum Betrieb . . . . . 64,865 „

täglicher Coaksverbrauch = 1439,300 Pfd.

Erfahrungen haben gezeigt, daß zur Erzeugung eines gewissen Hitzegrades dem Gewicht nach oben so viel Kohlen als Coaks erforderlich sind, und erstere wegen des geringern Preises den Vorzug verdienen würden, wenn sie sich zum Brennmaterial bei diesen Kesseln mit engen Zugröhren eigneten. Diese Röhren werden leicht durch die große Menge Ruß verstopft, welche die rohen Kohlen bei ihrer Verbrennung absetzen. Der Zug durch den Rost wird ausserdem durch das Zusammenbacken der fetten Kohlen sehr geschwächt, wenn zur Erlangung eines lebhaften Brandes nicht ausschließlich Stückkohlen angewendet werden. Der Zentner Coaks kostet auf der Liverpool-Mancheſter Bahn 9 Silbergroschen, auf der St. Etienner Bahn nur 3⅓ Silbergroschen, und bei der Wahl geeigneter Kohlen und der Verkoakung im Großen, wird derselbe in den preußischen Kohlenrevieren für höchstens 9 bis 10 Silbergroschen verschafft werden können; die tägliche Ausgabe für das Brennmaterial eines Dampfwagens würde daher in der Grafschaft Mark und in der Gegend von Stollberg und Eschweiler bei Aachen betragen

4 Thlr. 7 Sgr. — Pf.

Die übrigen Kosten der Betriebskraft sind:

1) 5% Zinsen vom Anlagekapital der Maschine und des Munitionswagens giebt täglich	1	„ 11	„ 3	„
2) Der Maschinist und der Heitzer erhalten auf der St. Etienner Bahn (Biot Eisenbahnen Seite 190) .	1	„ 22	„ 9	„
3) Die Wassereinnahme kostet .	—	„ 28	„ 9	„
4) Das Oel zum Schmieren . .	—	„ 16	„ —	„
5) Kleine Reparaturen außer der Werkstätte	—	„ 24	„ —	„
6) Jährliche größere Reparaturen am Kessel, dem Feuerraum, den Druckpumpen, Rädern, Kolben, Axen	1	„ 27	„ 9	„
	11 Thlr.	17 Sgr.	6 Pf.	

Transport	11 Thlr.	17 Sgr.	6 Pf.
7) Für die Unterhaltung der Werkstätte, der Geräthschaften, Lohn des Aufsehers ꝛc. zu diesen Reparaturen	— „	17 „	6 „
Dazu kommt noch der Ersatz der Maschinen durch neue, nach einem sechsjährigen Gebrauch; das Stück, nach Abzug des Werthes der alten Materialien, mit 420 Rthlr. zu 7800 Rthlr.	4 „	10 „	— „
Summa der täglichen Ausgaben für eine Maschine	16 Thlr.	15 Sgr.	— Pf.

Bei der Anwendung von Frachtwagen, deren Kasten auf Federn ruhen, welche 50 Zentner Last tragen und 200 Thaler das Stück kosten, beträgt die tägliche Unterhaltung:

1) An Zinsen des Anlagekapitals für 2 Wagen (einer zur Reserve) und zum Beladen . .	2 Sgr.	—	Pf.
2) Die Unterhaltung eines Wagens . . .	2 „	8	„
3) Der Ersatz der abgehenden Wagen nach 6 Jahren	3 „	4	„
4) Schmiere	1	—	— „
Summa der täglichen Kosten eines Wagens	9 Sgr.	—	Pf.

Aus der vorher mitgetheilten Tabelle 1 geht hervor, welche Frachten bei gewissen Geschwindigkeiten und Steigungen der Eisenbahn transportirt werden können. Daraus und aus den vorstehend ermittelten täglichen Kosten einer Maschine und eines Lastwagens ist die folgende zweite Tabelle berechnet, welche den Preis des Transports für den Centner Netto und Meile unter den erwähnten Umständen näher nachweißt.

11. Betrieb des Dampfwagens.

Beim Betrieb sind der Munitions- und Dampfwagen immer mit einander verbunden; ein Maschinist und ein Heitzer versehen den Dienst auf demselben. Wegen des beim

Stillstand der Maschine sehr geringen Zuges im niedrigen Schornstein währt es lange, bis das Wasser zum Sieden kommt; gewöhnlich vergeht eine Stunde vom Beginn der Heitzung bis der Dampf die erforderliche Spannung erreicht. Aber selbst dann ist die Dampfproduktion noch so gering, daß die Maschine nicht im Stande ist, eine andere Last als ihre eigene fortzubewegen. Um daher das Feuer und dadurch die Dampferzeugung zu verstärken, läßt man gewöhnlich die Maschine einige Zeit ohne Last auf der Bahn hin und her gehen, weil erst durch das Aushauchen des gebrauchten Dampfes ein kräftiger Zug im Schornstein und dadurch eine schnelle Verbrennung des Coaks erzeugt wird. Auf diese Weise steigert sich allmählig die Hitze bis zu der Höhe, welche erforderlich ist, den Dampf in derselben Masse, wie er verbraucht wird und mit der nöthigen Spannung, zu produciren; erst dann werden die Lastwagen mit der Maschine verbunden und der Zug ist zum Abgang bereit.

Nachdem sich der Maschinist durch eine Messung von dem ausreichenden Wasservorrath im Munitionswagen, und durch die Probirhähne von dem richtigen Stand des Wassers im Kessel überzeugt hat, setzt er die Maschine in Bewegung, indem er vermöge eines Fußtrittes auf den Winkelhebel h Fig. 137 die Steurungsstangen außer Verbindung mit den Steurungswellen setzt, und diese vermittelst der beiden Hebel ii und der damit verbundenen Zugstange tt mit den Händen regiert. Der Dampf wird dadurch abwechselnd auf beiden Seiten der Kolben geleitet, diese wirken durch die Lenkerstangen auf die Krummzapfen und erzeugen, da diese unter einem rechten Winkel gegen einander geneigt sind, so daß der todte Punkt des einen durch den vortheilhaftesten Angriff des andern überwunden wird, eine Umdrehung der Treibräder. Sobald die Masse hierdurch in fortgehende Bewegung gesetzt und ein gewisser Beharrungszustand eingetreten ist, wird der Fuß vom Winkelhebel weggezogen, die Steurungsstangen fallen, vermöge der angebrachten Gewichte mit ihren verkröpften Enden zwischen den Armen der Steu-

rungsaxen nieder und umfassen die daselbst angebrachten Bolzen. Hiermit ist die Verbindung der Treibaxe und der Steuerung hergestellt, die Maschine steuert sich nun mitelst der excentrischen Scheiben auf der Kurbelwelle selbst. Die langsam beginnende Bewegung des Zuges steigert sich in dem Maaße, als die Aushauchungen des gebrauchten Dampfes in die Rauchröhre häufiger werden, der Zug, die Verbrennung und die Dampferzeugung sich vermehren. Es erfolgt daher eine fortwährende Beschleunigung der Bewegung, wenn diese nicht durch Ansteigungen der Bahn, starke Krümmungen oder vermehrte Reibungen aufgehoben wird. Wenn daher der Zug einen gewissen Grad der Geschwindigkeit erreicht hat, welchen zu überschreiten nicht für dienlich gehalten wird, so vermindert der Maschinist den Zutritt des Dampfes in die Cylinder, indem er vermittelst Drehung des Dampfhahnes das Zuleitungsrohr mehr oder weniger verschließt. Dadurch wird der Lauf des Kolbens verzögert, die Aushauchungen in den Schornstein erfolgen mehr intermittirend, was auf die Verminderung des Zuges und die Dampferzeugung zurückwirkt. — Auch durch das Oeffnen des Schürlochs wird der Zug sehr vermindert, wenn die Dampfproduktion stärker wird, als die Verwendung, was durch das häufige Heben auf der Kurbelwelle eine Fortbewegung in der entgegengesetzten Richtung ertheilt wird, und bedarf es hier nur der Bemerkung, daß, bevor dieß geschieht, das Dampfleitungsrohr ganz verschlossen und, wenn es kürzlich nicht geschehen ist, durch Oeffnung des Hahns unter dem Oelreservoir der Theil der Axe geschmiert wird, auf welchem die Büchse mit den excentrischen Scheiben verschoben werden soll. Demnächst wird mittelst Versetzung der Hebelverbindung der Angriffspunkt der letztern verwechselt, und gleichzeitig als Dampfrohr wieder geöffnet.

Der Erfolg äußert sich nicht augenblicklich, da durch den in entgegengesetzter Richtung wirkenden Dampf das Beharrungsvermögen der bewegten Masse ganz aufgehoben werden muß, bevor die Bewegung in der andern Richtung beginnen kann. Unter gewissen Umständen, wo ein längeres

Verharren in der ursprünglichen Richtung nachtheilig oder gefährlich werden könnte, wird auf ein Zeichen des Maschinisten vom Heizer die Bremse des Munitionswagens angezogen, wodurch eine bedeutende Reibung erzeugt, und die Geschwindigkeit des Zuges sehr schnell ermäßigt oder ganz aufgehoben wird.

Eine unausgesetzte Aufmerksamkeit muß der Maschinist auf den Stand des Wassers im Kessel richten, weil bei dem geringen Wassergehalt desselben und der starken Verdampfung eine nur kurze Zeit stattfindende Unwirksamkeit der Druckpumpen die Veranlassung geben wird, daß der Kessel verbrennt oder springt. Letzteres kann leicht geschehen, indem bei einer Senkung des Wassers die obern Röhren und die Decke der Heizkammer glühend werden. Bei einer leichten Erschütterung der Maschine springt das Wasser im Kessel auf und brüht die glühenden Metalltheile, wodurch plötzlich eine solche Dampfmasse erzeugt wird, daß die Sicherheitsventile sie nicht abzuführen vermögen. Auf der andern Seite ist der Dampfraum im Kessel schon äußerst beschränkt, und eine Ueberfüllung desselben würde den Vorrath des Dampfes in demselben so vermindern, daß während der Füllung beider Cylinder die Spannung und damit die Treibkraft desselben zum größten Theil verloren geht. Bei Beschreibung der Druckpumpen sind die Mittel angegeben, welche dem Maschinisten zu Gebote stehen, um die Speisung des Kessels zu reguliren, zu welchem Behuf die Handgriffe aller dahin zielenden Vorrichtungen bei dem Stand desselben sich vereinigen.

Behufs Anhaltung der Maschine verfährt der Maschinist wie beim Beginn der Bewegung, indem er die Steuerung von der Bewegung der Maschine unabhängig macht und dieselbe immer langsamer mit den Händen regiert. Das Beharrungsvermögen der bewegten Masse wird dadurch zunächst aufgehoben, und der Maschinist kann nun die Maschine durch gänzliche Absperrung des Dampfes, auf jeden beliebigen Punkt zum Stillstand bringen.

Eine Maschine legt gewöhnlich einen Weg von 6 — 7 preußische Meilen zurück, bevor sie wieder mit Wasser und Brennmaterial versehen wird. Zur Einnahme sind Stationshäuser angebracht, deren jedes, wenn der Verkehr bedeutend ist, eine kleine Dampfmaschine enthält, die das Wasser aus einem Brunnen in ein hochgelegenes Bassin pumpt, in welchem es durch eingelassenen Dampf aus dem Kessel der Maschine vorgewärmt, und in diesem Zustand durch einen Schlauch dem Munitionswagen zugeführt wird, welcher mit der Maschine inzwischen vor dem Stationshaus anhält, während welcher Zeit dann auch die Schmierbehälter der Maschine so wie der Lastwagen frisch gefüllt werden.

Vergleichung des Transports durch Dampfkraft mit dem durch Pferdekraft. [1])

Vergleicht man die Fortschaffung durch Dampfkraft mit der Fortschaffung durch Pferde, selbst auf Eisenbahnen, so treten die Vortheile dieser neuen Kraft am auffallendsten hervor. Wenn man diese Vortheile vollkommen begreifen will, muß man erwägen, wie thierische Kraft als Fortschaffungsmittel gebraucht wird. Derjenige Theil der Kraft eines Pferdes, der für eine Ladung benutzt werden kann, hängt von der Geschwindigkeit der Bewegung eines Pferdes ab. Diese Geschwindigkeit hat eine gewisse Grenze, wo ein Pferd seine ganze Kraft nöthig hat, seinen eigenen Leib zu bewegen, und wo es folglich nicht im Stande ist, eine Last zu tragen, und auf der andern Seite giebt es eine gewisse Last, die ein Pferd gerade noch tragen kann, ohne aber dabei im Stande zu seyn, sich mit irgend einer wirksamen Geschwindigkeit zu bewegen. Zwischen diesen beiden Grenzen liegt ein gewisses Verhältniß der Bewegung, in welchem die nutzbare Wirkung des Thiers am größten ist. Bei stark gebauten Pferden kann man dieses Verhältniß im Durchschnitt auf 2 engl. Meilen

---

1) Obgleich wir bereits im 2ten Kapitel Einiges über diesen Gegenstand bemerkt haben, so führen wir ihn doch hier noch weiter aus, wobei wir Lardner's „Dampfmaschine", 180 ꝛc. benutzen.

in einer Stunde setzen, und bei leichter gebauten auf drittehalb Meilen in einer Stunde. Ueber die Grenze der Geschwindigkeit hinaus vermindert sich die Last, die sie fortzuschaffen im Stande sind, in sehr schnellem Verhältniß, je mehr die Geschwindigkeit zunimmt. Wäre 121 die Last, die ein Pferd bis auf eine gegebene Entfernung in einem Tage fortschaffen könnte, wenn es vier engl. Meilen in einer Stunde zurücklegte, so würde dasselbe Pferd nicht im Stande seyn, mehr als eine Last die 64 betrüge, auf eine gleiche Entfernung fortzuschaffen, wenn es 7 Meilen in einer Stunde machte, und sollte es 10 Meilen zurücklegen, so würde sich die Last die es tragen könnte, bis auf 25 vermindern. Angenommen nun daß die nutzbarste Geschwindigkeit, die man von einem Pferde erhalten kann, 2 engl. Meilen auf eine Stunde sind, so kann es wenn es täglich 10 Stunden in Thätigkeit ist, eine Last von 12 Tonnen auf einer ebenen Eisenbahn bis auf eine Entfernung von 20 Meilen fortschaffen, so daß man die ganze Wirkung eines Tagewerks als 240 Tonnen, eine englische Meile weit fortgeschafft, annehmen kann.

Dieses Geschwindigkeitsverhältniß bei der Fortschaffung paßt aber nicht für den Personenverkehr, und ist es daher nothwendig, Pferde als bewegende Kraft zu benutzen, so muß man besondere Wagen für Reisende haben, so daß Güter mit derjenigen Geschwindigkeit fortgeschafft werden können, bei welcher die größtmögliche Wirkungskraft des Pferdes stattfindet, während Reisende mit derjenigen Geschwindigkeit befördert werden, welche, es koste was es wolle, unumgänglich nöthig ist.

Das Gewicht einer gewöhnlichen Postkutsche ist ungefähr 2 Tonnen, und auf einer leidlich ebenen Heerstraße macht sie 10 englische Meilen in einer Stunde. Die Zahl der Pferde, die dazu stets bereit gehalten werden müssen, mit Einfluß der auf den verschiedenen Stationen unumgänglich nöthigen Relaispferde, wird nach dem Verhältnisse von einem Pferde auf jede Meile berechnet. Die Leistungen eines auf diese

Weise arbeitenden Pferdes lassen sich zu 2 Tonnen, 2 engl. Meilen in einem Tage, oder auf vier Tonnen, täglich eine Meile weit fortgeschafft, berechnen. Die Zugkraft auf einer guten Heerstraße beträgt wenigstens das Zwanzigfache der Zugkraft auf einer ebenen Eisenbahn, woraus folgt, daß unter gleichen Umständen die Leistung eines Pferdes auf einer Eisenbahn den zwanzigfachen Betrag seiner Leistung auf einer gewöhnlichen Straße ausmacht. Wir können daher die Leistung eines Pferdes, welches 10 engl. Meilen in einer Stunde auf einer ebenen Eisenbahn macht, einer täglich eine Meile weit fortgeschafften Last von 80 Tonnen gleichstellen.

Die besten Dampfwagen auf der Liverpool-Manchester Bahn können 150 Tonnen auf ebener Bahnlinie in gleichem Zeitverhältnisse fortschaffen, und wenn man eben so viel Zeit für Aufenthalt rechnet, so würden sie täglich 150 Tonnen 200 Meilen oder 30,000 Tonnen eine Meile weit fortschaffen. Es folgt daraus, daß ein Dampfwagen dieser Art so viel leistet als 7500 Pferde, die auf einer guten Heerstraße ziehen, oder 375 Pferde auf einer Eisenbahn. Zu einer solchen Leistung sind für die besten, jetzt auf der Liverpool-Manchester Bahn gehenden Dampfwagen 16 Loth Koaks für die Tonne auf jede englische Meile erforderlich, mit Einschluß der bei dem Aufenthalte verschwendeten Feuerung. Der tägliche Verbrauch von Feuerungsmitteln würde daher unter solchen Umständen auf 15,000 Pfund Koaks steigen, und zwei Pfund Kohlen würden täglich die Leistung eines Pferdes auf einer guten Heerstraße und 40 Pfd. täglich die Arbeit eines Pferdes auf einer Eisenbahn verrichten.

Bei dieser Vergleichung nehmen wir an, daß der Dampfwagen mit der vortheilhaftesten Geschwindigkeit, die Pferdekraft hingegen mit der am wenigsten vortheilhaften wirke, wenn man bloß den gesammten Betrag der auf eine gegebene Entfernung fortgeschafften Last beachtet. In dem hier vorausgesetzten Falle aber ist Geschwindigkeit ein unumgänglich nöthiges Element, und Dampf hat daher den großen Vorzug

vor Pferdekraft, da seine vortheilhafteste Geschwindigkeit diejenige ist, die für alle Zwecke der Fortschaffung von Reisenden oder von Gütern paßt.

Vergleicht man die Wirkungen des Dampfes mit Pferdekraft bei einer minder schnellen Bewegung, so werden auch hier die Vortheile einer Dampfkraft, doch minder auffallend hervortreten. Ein Lastwagen mit 8 Pferden ist gewöhnlich 8 Tonnen schwer und legt $2^1/_2$ engl. Meilen in einer Stunde zurück, so daß jedes Pferd täglich 20 engl. Meilen macht. Starke Pferde können auf diese Weise täglich 8 Stunden reisen, und so macht jedes Pferd täglich 20 Meilen. Man kann daher die Leistung jedes Pferdes 20 Tonnen, eine Meile weit fortgeschafft, gleichstellen, und da seine Leistung auf einer Eisenbahn zwanzigmal so viel beträgt, so kann man sie zu 400 Tonnen, täglich eine Meile weit fortgeschafft, rechnen. Ein auf diese Weise arbeitendes Pferd leistet daher fünfmal so viel als ein Pferd, das 10 Meilen in einer Stunde zurücklegt, da dieses nur 4 Tonnen täglich eine Meile weit auf einer guten Heerstraße, oder 80 Tonnen auf einer Eisenbahn fortschafft. Dieß giebt nun das Verhältniß der Leistung von Pferden, die Wagen ziehen, zu der Leistung eines Dampfwagens. Sind 2 Pfund Kohlen der Leistung eines Pferdes vor einer Postkutsche und 40 Pfund Kohlen auf einer Eisenbahn, bei einer Geschwindigkeit von 10 Meilen in einer Stunde gleich, so folgt, daß 10 Pfund so viel leisten als ein Pferd auf einer Heerstraße, und 200 Pfund auf einer Eisenbahn bei einer Geschwindigkeit von $2^1/_2$ Meilen in einer Stunde. Da nun ein Dampfwagen das Tagewerk von 7500 Postkutschen Pferden verrichten kann, so folgt, daß er so viel als 1500 Frachtwagenpferde leistet.

Man darf nicht vergessen, daß diese Ergebnisse in einzelnen Fällen Veränderungen erleiden und nur Berechnungen im Durchschnitte sind. Verschiedene Dampfmaschinen, wie verschiedene Pferde, sind ungleich in ihren Leistungen, und da die Straßen, auf welchen Pferde ziehen, nicht von glei-

cher Vollkommenheit sind und verschiedene Unebenheiten haben, so muß die Leistung der Pferdekraft verschieden ausfallen.

Auch bei der praktischen Vergleichung der Ergebnisse einer so mächtigen Kraft, als der auf Eisenbahnen gebrauchte Dampf gewährt, mit der geringen Kraft der Pferde auf Heerstraßen, ist zu erwägen, daß die große Vertheilung der Ladungen und der häufige Aufenthalt unterwegs zu Gunsten der Pferdeleistung sind, insofern es häufiger sich zutragen möchte, daß Dampfwagen, die ungeheure Lasten fortzuschaffen vermögen, bei geringeren Ladungen Aufenhalt finden würden, als es bei der Anwendung von Pferden stattfinden würde, wo kleine Ladungen in kurzen Zwischenräumen aufgehalten werden können. Dies ist in der That eine praktische Schwierigkeit, die bei dem Gebrauche von Dampfwagen auf Eisenbahnen eintritt, und die vielleicht für jetzt die Anwendung derselben bloß auf Strecken beschränken wird, welche Städte von lebhaftem Verkehr verbinden.

Die auffallendste Wirkung der Dampfkraft auf Eisenbahnen zeigt sich in der außerordentlichen Geschwindigkeit, welche sich dadurch erreichen läßt, und ist um so merkwürdiger, als dieser Vortheil nie vorausgesehen wurde, bis die Erfahrung ihn bewies. Wir haben bereits erwähnt, daß man bei der Anlegung der Bahn zwischen Liverpool und Manchester hauptsächlich auf die Fortschaffung schwerer Güter rechnete, und gar nicht erwartete, aus dem Personenverkehr den größten Gewinn zu ziehen. Die Berechnungen für künftige Plane werden sich nach diesen Erfahrungen wesentlich ändern und ein lebhafter Personen-Verkehr wird als eine nothwendige Bedingung für das Gedeihen einer solchen Unternehmung betrachtet werden.

Bringt man diesen Vortheil der Schnelligkeit in Anschlag, so läßt sich Pferdekraft gar nicht mit Dampfkraft auf Eisenbahnen vergleichen. Aus den bereits erwähnten Versuchen geht hervor, daß eine Dampfmaschine, 90 Tonnen gegen 20 engl. Meilen weit in einer Stunde ziehen kann und das Doppelte dieser Last zwischen Liverpool Manchester

in ungefähr 3 Stunden. Es würden 270 Pferde nöthig seyn, dieselbe Kraft auf gleiche Entfernung in einem Tage auf Frachtwagen fortzuschaffen. Es läßt sich zwar dagegen einwenden, daß jener Versuch unter günstigen Umständen angestellt und bei den schwierigen Punkten der Steigung Hülfswagen gebraucht wurden; aber auf einer gewöhnlichen Fracht bei der Fortschaffung von Waaren, wo größere Schnelligkeit nicht verlangt wird, ist das Verhältniß der Bewegung nicht geringer als 15 Meilen in einer Stunde. Bei Wagenzügen mit Personen ist der Schnelligkeit besonders der Aufenthalt entgegen, der auf der Bahn entsteht, wenn Reisende einsteigen oder absteigen. Es giebt auf der Bahn zwischen Liverpool und Manchester jetzt zwei Arten von Dampfwagen, von welchen einer nur einmal auf halbem Wege einige Minuten lang Halt macht. Diese Wagen legen 30 engl. Meilen in anderthalb Stunden und zuweilen in einer Stunde und 10 Minuten zurück. Auf dem ebenen Theile der Bahn ist die gewöhnliche Geschwindigkeit 27 Meilen in einer Stunde, und ich habe zuweilen gesehen, daß gegen 30 Meilen in einer Stunde zurückgelegt wurden. Diese Geschwindigkeit aber, die durch die gewöhnliche Thätigkeit der Dampfmaschinen bei der Fortschaffung von Reisenden und Gütern erlangt werden, sind weit unter der Leistungskraft der jetzigen Dampfwagen, was die Schnelligkeit der Fortschaffung betrifft. Einige Versuchfahrten, bei welchen die Dampfwagen eine geringere Last hatten, zeigten, daß eine bedeutende Vermehrung der Geschwindigkeit ganz ausführbar sey. Bei einem dieser Versuche zog die Dampfmaschine einen Wagen mit 36 Personen 48 engl. Meilen weit in einer Stunde, und ich glaube, eine Maschine, die bloß ihr eigenes Gewicht fortzuschaffen hätte, würde 15 Meilen in 15 Minuten zurücklegen.

Aber warum hat man Dampfmaschinen, wenn sie hinsichtlich der Geschwindigkeit so viel zu leisten vermögen, nicht auf der Eisenbahn angewendet, wo die Geschwindigkeit jetzt im Durchschnitte nicht über 25 Meilen in einer Stunde be-

trägt? Die Antwort ist, daß der Weg von 30 Meilen zwischen Liverpool und Manchester in 1¼ Stunde zurückgelegt wird, und täglich 10 Wagenzüge zwischen beiden Städten gehen, und überdieß täglich dreimal die Postkutsche. Eine größere Geschwindigkeit würde auf einem so kurzen Wege ganz unnöthig seyn. Wenn aber erst längere Bahnlinien vollendet seyn werden, müssen sich die Umstände ändern und dann wird besonders die Fortschaffung von Postkutschen die Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Volle Reisewagen, wie sie gewöhnlich auf der Bahn von Liverpool und Manchester gehen, sind gegen 50 Tonnen schwer, bei einer leichten Ladung aber werden leichter und schneller fahrende Dampfwagen gebraucht werden können. Die Fortschaffungskosten würden bei einer solchen Maschine zwar höher steigen, aber die größere Schnelligkeit würde reichlichen Ersatz dafür geben. Ist nun erst London mit Liverpool durch eine über Birmingham geführte Eisenbahn verbunden, so wird das Handelsinteresse jener Städte nothwendig die Aufmerksamkeit auf die größtmögliche Schnelligkeit des Zwischenverkehrs leiten. Man wird für die Fortschaffung von Postkutschen besondere Maschinen bauen, die für leichtere Lasten und größere Geschwindigkeit passen. Mit solchen Dampfwagen werden die Postkutschen eine beschränkte Anzahl von Reisenden fortschaffen, und abgesehen von möglichen Verbesserungen, welche die Dampfwagen später erhalten können, wird sich gewiß schon bei ihrer jetzigen Wirkungskraft eine solche Ladung gegen 60 engl. (13 deutschen) Meilen in einer Stunde fortschaffen lassen. Ueberlassen wir uns den Erwartungen, welche die wahrscheinlichen Verbesserungen der Dampfmaschine erwecken dürfen, so glaube ich nicht, daß selbst das Doppelte dieser Geschwindigkeit die Grenzen der Leistungen überschreiten werde, welche die Mechanik noch machen kann.

Die große Ausdehnung, welche die Anwendung der Dampfkraft auf die Beförderung des Bimenverkehrs durch die vielen theils begonnenen, theils entworfenen Eisenbahnen haben wird, giebt der Untersuchung über diesen Gegenstand

ein großes Interesse. Weder die Weisheit des Philosophen noch die Kunde des Statistikers, noch auch der Vorausblick des Staatsmanns ist im Stande, die wichtigen Folgen zu bestimmen, welche die Ausführung dieser Entwürfe auf die Fortschritte des menschlichen Geschlechts haben wird. Wie sehr die Fortschritte der Civilisation, die Verbreitung der Kenntnisse, die Bildung des Geschmackes, die Verfeinerung der Sitten von einer leichten und schnellen Vermischung der Bestandtheile der menschlichen Gesellschaft abhängen, bedarf keiner Auseinandersetzung. So lange die Bevölkerung aus abgesonderten und unabhängigen Massen besteht, die sich nicht in einander mischen können, werden ihre schlummernden Verwandtschaften nie zur Thätigkeit geweckt und die wichtigsten Eigenschaften einer jeden nie der andern mitgetheilt. Wie feste Körper in der Physik, gehen sie nur langsam in Verbindung über, aber wenn sie die Eigenschaft des Flüssigwerdens erhalten haben, wenn ihre Bestandtheile durch Schmelzung auseinandergehen, denn fließen die Theile des einen durch die Theile des andern, es werden die Verwandtschaften geweckt, neue Verbindungen gebildet, ein wechselseitiger Austausch der Eigenschaften tritt ein und es entstehen Zusammensetzungen, die weit mehr Werth haben, als die ursprünglichen Elemente.

Die Verbreitung der Civilisation und die Beförderung des Verkehrs zwischen den von einander entfernten Volksmassen sind immer mit gleichzeitigen Fortschritten verbunden gewesen, und das eine schien immer die Ursache oder die Folge des andern zu seyn. Daher kommt es, daß die Städtebewohner stets der ländlichen Volksmenge in geistiger Regsamkeit voraus sind. Aber die Wohlthaten des Verkehrs können, ohne die eigenthümlichen Vorzüge einer jeden aufzuheben, auf beide ausgedehnt werden, wenn die außerordentliche Leichtigkeit des Verkehrs, welche eine Folge der anzulegenden Eisenbahnen sein muß, in das Leben getreten ist. Auf der großen Eisenbahnlinie zwischen London und Birmingham wird man die Reise zwischen beiden Städten mit

der Hälfte des zeitherigen Aufwandes an Zeit und Kosten machen können, und der Verkehr selbst wird wahrscheinlich vervierfacht werden, wenn wir auch nur den unmittelbaren Verkehr zwischen den beiden Endpunkten der Linie betrachten; sehen wir aber auf die zahlreichen Arme, die sich in den Hauptstrom aus allen anliegenden Punkten ergießen werden, so haben wir keine Analogien, auf welche wir eine Berechnung der unermeßlichen Zwischenverbindung, die dann stattfinden muß, stützen können. So müssen leicht verderbende Gewächse, welche für die Städte Bedürfniß sind, jetzt in den Vorstädten erzeugt werden; wenn sie aber auf einer ebenen Bahn 20 englische Meilen weit in einer Stunde fortgeschafft werden können, so wird der Landbauer aus entfernteren Gegenden sie herbeiführen. Die Städtebewohner werden nicht länger auf ihre engen Straßen beschränkt, nicht mehr in ihren hohen Häusern zusammengedrängt sein, sondern in Entfernungen wohnen können, die jetzt zu weit von dem Kreise ihrer täglichen Beschäftigungen sein würden. Die Städte müssen gesunder werden, wenn sich ihre Bewohner über eine größere Oberfläche, ohne Nachtheil für ihren Lebensberuf, verbreiten können; die Vortheile des Landlebens werden den Städtern zufließen und die Verfeinerung und Gesittung der Städte ihre Wohlthaten über die ländliche Bevölkerung verbreiten.

Widerstand der Wagen auf Schienen-Wagen. [1])

Den Widerstand, welchen die Bahnwagen auf einer Eisenbahn der Zugkraft entgegen setzen, welchen man nur uneigentlich Reibung nennt, und von dem wir schon weiter oben im zweiten Kapitel im Allgemeinen redeten, ist ein sehr wesentlicher Gegenstand, den Hr. Wood (a. a. O.) durch vielfache Versuche zu erörtern sich bemühet hat.

---

1) Nach Minard's Vorlesungen, S. 142.

Man bedient sich, um diesen Widerstand zu messen, eines Pendel Dynamometers [1]). Dieses Instrument wird zwischen den Zug und den Wagen gelegt. Die verschiedenen Neigungen des Pendelzeigers geben, auf dem Limbus, der vorher nach Gewichten getheilt worden ist, die Stärke des Zuges unmittelbar in Gewicht an.

Mittelst dieses Werkzeuges hat Hr. Wood die Reibung direkt gemessen; aber er hat sie auch aus der Bewegung den Wagen auf abhängigen Bahnen berechnet. Das Verhältniß zwischen dem Abhange der Bahn, der Zeit und der Länge des Laufs, dem Gewicht des Wagens und der Reibung, giebt diese letztere aus dem beobachteten Maaße der übrigen.

Die Reibung eines Wagens auf horizontaler Bahn ist zusammengesetzt aus der Reibung der Achsen in den Lagern und aus der Reibung der Räder in den Bahnschinen. Die Erfahrung hat gezeigt, daßz diese Reibungen nicht so stark zunehmen, als der Druck. Aber in der Praxis kann man sie als proportional ansehen.

Es werde bezeichnet:

Der Durchmesser der Achsen durch d, derjenige der Räder durch D;

Das Gewicht eines Wagenkastens, mit Ladung, durch W, dasjenige der Räder r Achsen durch R;

Die Reibung am Umfange der Achsen durch F W, diejenige am Umfange der Räder auf den Schienen durch F 1, (W + R); die diesen beiden gleiche Zugkraft durch F: so ist:

$$1.\ F = \frac{d}{D}\ F\ W + F,1\ (W + R).$$

Um zu sehen, ob sich die beiden Reibungen wie der sie hervorbringende Druck verhalten, muß wenigstens eine derselben besonders gemessen werden, was auch Hr. Wood gethan hat. Er hat zuerst die gesammte Reibung gemessen:

---

1) Die Einrichtung eines solchen Instruments, welches in jedem Handbuch der Mechanik beschrieben ist, müssen wir hier als bekannt voraussetzen.

theils direkt, theils durch das Herabrollen der Wagen von abhängigen Bahnen. Darauf hat er die Reibung der Räder auf den Schienen allein gemessen, und diese zweite Räubung vom Ganzen abgezogen, gab nun die erste.

Wenn man zu den obigen Bezeichnungen noch den in der Zeit t von dem Wagen durchlaufenen Raum durch E;

Die Geschwindigkeit, welche die Schwere in der ersten Sekunde hervorbringt, durch g und die Länge des Wagens, auf die Höhe 1, durch i bezeichnet:

So ist (nach Navier, resumé des leçons sur les machines, p. 149), wenn man die Trägheit der Masse der Räder eines Wagens ausser Acht läßt,

$$2.\ E = \frac{g\,t_2}{2\,i} \cdot \frac{W + R - i\,F}{W + R}.$$

Das Moment der Trägheit der Masse der Räder, dieselbe voll und homogen angenommen, ist $^1/_2\ f^2\ R$; und da nun die Geschwindigkeit ihres Umfanges der des Wagens gleich ist, so widerstehen die Räder wie eine Masse $^1/_2\ R$ auf dem Wagen. Also ist, mit Rücksicht auf die Trägheit der Masse der Räder,

$$3.\ E = \frac{g\,t_2}{2\,i} \cdot \frac{W + R - i\,F}{W + \frac{3}{2}\,R},$$

und folgt daraus:

$$4.\ F = \frac{W + R}{i} - \frac{E}{g\,f^2}\,(2\ W + 3\ R);$$

welche Formel derjenigen ähnlich ist, durch welche Hr. Wood die gesammte Reibung auf abhängigen Bahnen berechnet hat.

Für $W = o$, oder für den Fall, wenn nur Räder und Achsen vorhanden sind, reduzirt sich die Reibung F auf $f\,1,\ R$, und es ist also zufolge des Ausdrucks (4), wenn man in demselben $W = O$ setzt,

$$F\,1\,R = \frac{R}{i} - \frac{E}{g\,f^2} \cdot 3\ R;$$

woraus folgt:

$$5,\ F\,1 = \frac{1}{i} - \frac{3\,E}{g\,f^2}.$$

Um diese einzelne Reibung zu beobachten, hat Hr. Wood ein einzelnes Paar Räder mit einer Achse, eine abhängige Bahn hinabrollen lassen. Er hat die Ergebnisse dabei beobachtet, und, dieselben in den Ausdruck (5 setzend, daraus F 1 berechnet. Um den Druck zu verändern, hat man darauf den Zwischenraum zwischen den Speichen der Räder mit Blei ausgefüllt. Der Abhang der Bahn betrug 1 auf 100; der Durchmesser der Räder betrug 2 Fuß 9 1/4 Zoll; die ganze durchlaufene Länge 484 Fuß; die Zeit wurde beobachtet, auf jedes Fünftel der durchlaufenen Länge und es wurde nun die Reibung für die verschiedenen Geschwindigkeiten, die von 5 3/4 Fuß bis 12 3/4 Fuß stiegen, berechnet.

Hr. Wood hat auf diese Weise gefunden, daß die Reibung bloßer Räder mit der Achse am Umfange der Räder den 640sten bis 804ten Theil der Last beträgt; die Reibung beladener Räder aber, wie unter dem Gewicht des Wagens, den 800sten bis 1200sten Theil der Last. Da aber die Formel, nach welcher er gerechnet hat, nicht ganz genau ist, so muß sie erst berichtigt werden, und dann findet sich der 500ste Theil. Da ein einzelnes Paar Räder leichter aus der Richtung der Bahn kommen kann, als vier durch das Wagengestell verbundene Räder und da sich also die Radränder an den Schienen klemmen können, so nimmt Hr. Wood das kleinere Ergebniß an [1]). Uebrigens ist leicht einzusehen, daß wenn es auf Zahlen ankommt, bei denen es einzelne Tausendtheile gilt, die Versuche sehr delikat und die Resultate sehr ungewiß werden.

Coulomb hat diese Art von Reibung an hölzernen Cylindern, von 6 bis 12 Zoll Durchmesser mit 1067 Pfd. belastet, und auf glatt gehobelten Hölzern vollends, direkt gemessen. Er hat gefunden, daß sich die Reibung wie der Druck und umgekehrt wie der Durchmesser der Cylinder verhält, so daß die Reibung eines Cylinders von Franzosenholz

---

1) Aus diesem Grunde muß man sich wundern, daß Hr. Wood die Versuche mit einem einzelnen Räderpaare und nicht mit einem ganzen Wagen angestellt hat.

(Guiac), 2 Fuß $9^1/_4$ Zoll im Durchmesser, etwa den 1000sten Theil der Last betragen würde.

Folgendes ist die Uebersicht der ersten 5 und des 21sten Versuchs des Hrn. Wood. Bei den 5 ersten Versuchen betrug das Gewicht der beiden Räder und der Achse 576 Pfd., bei dem 21sten Versuch 4330 Pfd.

Nro. des Versuchs.	1. Abhang der Bahn von oben ab.	2. Durchlaufene Länge der Bahn.	3. Zeitdauer der Bewegung. Sekunden.	4. Verhältniß der Reibung zum Gewicht nach Wood.	5. Geschwindigkeit am Ende der Bewegung.	6. Verhältniß der Reibung zum Gewicht nach der Formel (5.)	7. Beschleunigende Kraft. $\frac{V}{t}$ Linien.
1	1 auf 100,4	97 F. 1 Z.	34, 2	1 auf 847	5 F. 8 Z.	1 auf 500	23,86
2	1 — 98,9	194 „ 2 „	48, 8	1 — 730	7 „ $11^1/_2$ „	1 „ 433	23,49
3	1 — 97,9	291 „ 3 „	59, 6	1 — 714	9 „ 9 „	1 „ 428	23,54
4	1 — 100,4	388 „ 4 „	70, 2	1 — 694	11 „ $^1/_2$ „	1 „ 425	22,57
5	1 — 101,5	485 „ 5 „	79, 1	1 — 694	12 „ $1^1/_2$ „	1 „ 426	21,51
21	1 — 101,5	485 „ 7 „	76,04	1 — 885	12 „ 9 „	1 „ 562	24'13

Die fünf ersten Columnen dieser Uebersicht sind aus dem Werke des Herrn Wood entnommen, die 6te drückt das Verhältniß der Reibung zum Gewicht nach der Formel (5) aus, und die 7te die beschleunigende Kraft, welche ein wenig mit der Geschwindigkeit abnimmt.

Herr Wood folgert aus diesen Versuchen, daß die Reibung auf den Schienen sich wie der Druck verhalte und von der Geschwindigkeit beinahe unabhängig ist. Indessen scheint die Hälfte der Zahl seiner Versuche anzuzeigen, daß die Reibung ein wenig mit der Geschwindigkeit zunimmt.

Die plötzlichen Stöße, welche man in einem Wagen auf der Eisenbahn empfindet, kommen daher, wenn die Schienen an ihren Wechseln, nicht genau in einerlei Ebene liegen. Der daraus entstehende Widerstand gegen die Zugkraft ist zwar nicht zu der Reibung auf den Schienen zu zählen; gleichwohl aber ist er ein Theil des zu überwindenden Widerstandes und dessen, den die Formel angiebt. Anders ist es mit den Stößen, welche die Radränder erfahren, wenn sie durch Abweichungen der Wagen aus der Bahnlinie gegen

die Schienen gedrängt werden. Die Verluste der lebendigern Kraft, welche alle diese Stöße verursachen, müssen stärker als die Geschwindigkeit zunehmen; und dieses um so mehr, weil die Wagen meistens keine Federn haben.

In Folge dieser Erwägung scheint es, daß die Schlüsse des Herrn Wood nicht weit über die Geschwindigkeit hinaus ausgedehnt werden dürften, die er unmittelbar beobachtet hat, und welche noch nicht der dritte Theil der Geschwindigkeit der Personenwagen ist. Es wäre zu wünschen, daß man Versuche für größere Geschwindigkeiten anstellte, die aber um so schwieriger seyn werden, da man nicht sieht, wie der Widerstand der Reibung auf den Schienen von dem Widerstande der Luft sich trennen lasse, wenn man nicht etwa den letzten zuerst ermittelte.

Folgendes sind die Resultate, welche Herr Wood aus seinen vorzüglichsten Versuchen über den gesammten Widerstand, den Wagen auf einer Eisenbahn erfahren, theils durch unmittelbare Messung mit dem Dynomometer, theils durch Rechnung nach der Formel (4), gefunden hat.

Nro. der Versuche.	Druck auf die Schienen.	Druck auf die Achsen.	Widerstand von der Reibung d. Achsen.	Widerstand Im Ganzen.	Zahl der Durchmesser d. Achsen welche auf den Durchmesser d. Rades gehen.	Es verhält sich die Reibung zum Druck a. d. Achsen.	Es verhält sich der gesammte Widerstand zum Druck auf die Schienen.
1. Messungen mit dem Dynamometer.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.			
3.	2521	1300	8,00	13,04	12,36	1 : 13	1 : 193
2.	2521	1300	7,04	12,08	12,36	1 : 15	1 : 208
4.	4657	3468	15,81	25,14	12,36	1 : 18	1 : 185
5.	6828	5637	19,21	32,87	12,36	1 : 24	1 : 207
1.	8264	7045	21,19	37,71	12,36	1 : 27	1 : 219
6.	8236	7045	22,20	38,67	12,36	1 : 25	1 : 213
7.	8183	6990	21,34	37,71	12,36	1 : 26	1 : 216
2. Aus der Formel berechnet.							
11.	3359	2089	5,57	12,29	11,60	1 : 32	1 : 273
12.	8806	7585	20,11	37,71	12,36	1 : 30	1 : 233
10.	9105	7837	24,52	42,73	11,60	1 : 28	1 : 212
9.	9105	7837	21,77	40,08	11,60	1 : 31	1 : 227
8.	9105	7837	19,83	38,03	11,60	1 : 34	1 : 241

Hr. Wood findet also, im Ganzen, für die gesammte Reibung den 173sten bis 185sten Theil des Drucks. Er nimmt, im Mittel, den 200sten, und wenn Wagen und Bahn in sehr gutem Zustande sind, den 240sten Theil an.

Der Erfahrung nach vermehren die Feuchtigkeit, der Koth, der Staub und der Schnee die Reibung der Schienen. Am geringsten ist die Reibung, wenn die Schienen entweder ganz naß, oder wenn sie ganz trocken sind. Auch der Wind verzögert den Lauf der Wagen sehr, sowohl wenn er ihnen entgegen weht, als wenn er sie seitswärts gegen die Schienen drängt.

Für die Reibung der Achsen in ihren Lagern findet Hr. Wood den 10ten bis 23sten Theil des Drucks, und diese Reibung scheint für einen starken Druck geringer zu seyn. Jene beiden äußersten Verhältnisse, die auf der Voraussetzung beruhen, daß die Reibung auf den Schienen der 1000 Theil sey, gehen auf den 13ten und 34sten Theil über, wenn man für die Reibung auf den Schienen den 50sten Theil annimmt.

Die Beträchtlichkeit der Reibung der Achsen, welche sich außerdem so sehr verschieden ergab, hat Hr. Wood bewogen, noch sorgfältigen Versuche über die Bewegung der Achsen allein anzustellen, und er hat gefunden, daß, wenn die Lager von Gußeisen, oder von Kupfer, und durch langen Gebrauch recht platt sind, die Reibung bis auf den 60sten Theil vermindert werden kann. Am geringsten war die Reibung, wenn der Druck etwa $102\frac{1}{2}$ Pfd. auf den Quadratzoll Fläche des Achsenlagers betrug. Die flüssige Schmiere war die beste.

Die Reibung der Achsen war nach Wood bei weitem geringer, als nach Coulomb die Reibung der Rollen-Achsen, die den 11ten Theil des Drucks betragen soll. Coulomb hat diese Reibung direkt gemessen, während Wood sie durch die Abrechnung des Widerstandes der Schienen findet, dessen Schätzung unsicher ist. Abgesehen von dieser Differenz scheint es aber auch, daß die Reibungen in den beiden Fällen nicht unmittelbbr vergleichbar sind. Bei den

Coulomb'schen Versuchen waren die Achsen und Lager fest und drückten einander mit unveränderlicher Kraft; bei der Bewegung der Wagen kommen die Stöße der Gesammtheit derselben in Betracht, vermöge deren sie einer auf den andern wirken.

Man hat die Reibung der Achsenlager dadurch zu vermindern gesucht, daß man zwei Systeme von Rädern, eines über das andere setzte. Die Felgen der obern Räder laufen auf den Achsen der untern, und diese auf den Schienen. Diese, seit lange bekannte, Anordnung hat kein, irgend vortheilhaftes Resultat gegeben, welches aber möglicher Weise nicht in der Anordnung selbst, sondern wohl nur in der Ausführung derselben liegen kann.

Federn zwischen den Achsenlagern und dem Wagenkasten scheinen die Zugkraft nicht merklich zu vermindern, obgleich es auf gewöhnlichen Straßen der Fall ist. Herr Wood theilte die Resultate von 9 Versuchen mit Federwagen auf der Liverpooler Straße mit. Das Ergebniß für die Reibung war der 244ste bis 292ste Theil der Last; der Durchmesser der Räder war 26mal so groß als der Durchmesser der Achsen was für die Reibung den 112ten, 135sten Theil der Last giebt, wenn wie gewöhnlich der Durchmesser der Räder 12mal so groß ist, als der Durchmesser der Achsen. Danach also hätten die Wagenfedern keinen Vortheil gewährt.

Es ist zu bedauern, daß Hr. Wood nur Versuche auf ganz geraden Bahnen angestellt hat, und nicht auf Bahnen in gewöhnlichem Zustande, und in vollem Dienst. Mehrere Umstände veranlassen die Vermuthung, daß die gesammte Reibung der Schienen viel beträchtlicher ist, als man glaubt. So rollen, nach Hrn. Minard, auf der Bahn zwischen Rive-de-Gier und Givors, die einen Abhang zwischen 1 auf 166 hat, die Wagen nur dann allein herab, wenn die Achsen sehr gut geschmiert sind. Bei Epinac rollen die leeren Wagen nur da von einem Abhange von 1 auf 143 herab, wo die Bahn gerade ist, bleiben aber in Krümmungen stehen. Auf der kleinen Schienenbahn von Denain bewegen sie sich,

auf einem Abhange von 1 auf 135, nur erst dann, wenn sie angestoßen werden, und bei Roanne bewegen sie sich von einem Abhange von 1 auf 104 nur mühsam hinab und bleiben zuweilen stehen. Jedoch kann dieß nur an einer besondern Mangelhaftigkeit der Konstruktion der Wagen sowohl als der Bahn liegen.

Zu diesen Umständen, welche Veranlassung geben, die Reibung stärker anzunehmen, als Herr Wood lassen sich noch folgende gesellen.

Erstlich vermehren Regen, Schnee, Koth und Staub die Reibung; und diese Vermehrung kann bis zu dem 6ten Theile des gesammten Widerstandes steigen.

Zweitens zeigen einige Erfahrungen, daß der gesammte Widerstand der 185ste Theil der Last, andere, daß er noch größer ist; besonders bei den Federwagen auf der Liverpooler Bahn.

Drittens scheint die Schätzung der Reibung des Hrn. Wood deßhalb zu gering, weil sie nicht die Reibung der Räder seitwärts in den Schienen mit einbegreift, die doch sehr oft wirklich Statt findet, indem die Wagen fast immer seitwärts gedrängt werden: ein Umstand dem Herr Wood bei seinen Versuchen ausgewichen ist.

Viertens darf man, wenn man auch voraussetzt, daß Schienen und Wagen, auf Bahnen für große Geschwindigkeiten, in besonders gutem Stande erhalten werden, doch auch gegenseits den Widerstand der Luft nicht außer Acht lassen, so daß also deßhalb die Reibung eher noch höher als niedriger angeschlagen werden muß. Auch die Biegung der Schienen, die bei großen Geschwindigkeiten zunimmt, vergrößert den Widerstand.

Fünftens endlich fanden die Ingenieurs, die von den Aktionnairs der Liverpooler Straße im Jahre 1830 aufgefordert worden waren, die Rechnungssätze für das Fuhrwerk zu ermitteln, nach vielen Untersuchungen im Dienst befind-

licher Schienenwege, und obgleich ihnen ein Theil der Wood'schen Versuche bekannt war, daß man

für die Reibung den 180sten Theil der Last

annehmen müsse.

Alles also erwogen, scheint uns dieses Verhältniß im Allgemeinen das richtigere. Die Reibung muß nur in besondern Fällen höher angeschlagen werden, welches auch Hrn. Wood thut, da er von dem 240sten bis auf den 213ten Theil steigt. Vorausgesetzt wird übrigens, daß für das Verhältniß 1 zu 180 der Durchmesser der Räder 11 bis 13mal so groß als der Durchmesser der Achsen sey.

Wir ersehen aus dem Gesagten, daß der Widerstand der Wagen auf Schienenwegen eine der wichtigsten Fragen in Beziehung auf dieselben ist, weshalb wir nicht umhin können, die, sowohl durch die Methode der Anstellung, so wie durch die Größe der Lasten ausgezeichneten Versuche, welche auf der Liverpool-Manchester-Eisenbahn, in neuester Zeit unternommen worden sind und die Herr Guyonpeau de Pambour [1]) mittheilt, nachfolgen zu lassen, indem sie genauer und neuer, als die weiter oben mitgetheilten, welche von Herrn Wood angestellt worden, sind und auch mehr die Dampfwagen und den Transport mit denselben berücksichtigen.

Die Lasten welche auf dieser Eisenbahn durch Dampfwagen fortgeschafft werden, befinden sich auf einer größern oder geringern Anzahl einzelner Wagen vertheilt, welche aneinander gehängt sind.

Der Widerstand, welchen diese Wagen ihrer Fortbewegung entgegenstellen, hängt nicht allein von ihrem Gewichte ab, sondern auch von dem Zustande der Eisenbahn, und von ihrer eigenen, mehr oder weniger vollkommenen Konstruktion.

Der Zweck einer Eisenbahn ist, einen vollkommen harten und ebenen Weg darzubieten; ist dieselbe nun schlecht unter-

---

1) Traité théoretique et pratique des Machines locomotives. Paris 1835. Hier nach dem Auszuge aus diesem trefflichen Werke von Hrn. G. R. v. Dechen in Karstens Archiv für Mineralogie ꝛc. IX. 493. ꝛc.

halten, so daß sie sich von diesen Bedingungen entfernt, so wird der Widerstand der Wagen ebenso zunehmen, als wenn die Wagen selbst schlecht konstruirt, oder schlecht reparirt sind

Die Kraft, welche zur Fortbewegung eines bestimmten Gewichtes auf der Eisenbahn erforderlich wird, ist daher nicht in allen Fällen gleich. Auf guten Schienen und bei gut konstruirten Wagen ist eine Kraft von 8 Pfund hinreichend, um ein Gewicht von 1 Tonne (2240 Pfund) fortzubewegen; d. h. ein Gewicht von 8 Pfund, welches an dem Ende einer, über einer Rolle fortgehenden Schnur befestigt ist, genügt, um einen daranhängenden Wagen anzuziehen, Auf anderen Schienen und bei einer andern Construktion der Wagen werden dagegen 10 Pfund oder ein noch größeres Gewicht erforderlich sein, um dasselbe zu leisten.

Die früheren, mit älteren Wagen angestellten Versuche zeigten, daß zur Fortbewegung von 1 Tonne 10 bis 12 Pfd. erforderlich seyen. Seit der Vervollkommnung der Wagen hat man jedoch keine größeren Versuche mit denselben in ihrem gewöhnlichen Zustande angestellt.

Es war auf der Liverpool-Manchester Eisenbahn nun ein Versuch mit einem neuen, eben aus der Werkstätte hervorgegangenen Wagen angestellt worden, der aber in diesem Zustande durchaus kein Anhalten für den Widerstand gewähren konnte, welchen längere Zeit im Gebrauch stehende Wagen darbieten; denn derselbe war sorgfältig zu dem Versuche geschmiert, die Achsenspindeln waren durch die Stöße noch nicht gebogen, die Räder waren noch fest und winklich gegen die Achsen; die Pfannen waren völlig parallel, die Radumfänge vollkommen kreisrund, die Schienen waren sorgfältig gereinigt. Man fuhr auch fort auf dieser Eisenbahn den Widerstand der Wagen zu 10 Pfund auf 1 Tonne ($^1/_{224}$) anzunehmen.

Es wurde daher nothwendig, andere Versuche über den Widerstand der neuen Wagen auf dieser Eisenbahn anzustellen; denn die Versuche und Betrachtungen über die Dampfwagen zeigten, daß die anhängenden Wagenzüge nicht

einen so großen Widerstand leisten konnten, als man ihnen gewöhnlich zuschrieb, denn es fand sich, daß der Wiederstand unter diesen Voraussetzungen bei weitem das Maaß des Effektes der Dampfwagen überstieg. Die Berechnung des Effektes ergab, daß der Widerstand der Wagen nur 8 Pfund für eine Tonne ($^1/_{280}$) betragen könne.

Reibung, bestimmt durch das Dynamometer.

Das einfachste Mittel zur Bestimmung der Reibung oder des Widerstandes der Wagen schien in der Anwendung des Dynamometers zu liegen, weil dasselbe unmittelbar die Zugkraft angiebt, welche zur Hervorbringung der Bewegung erforderlich ist; da aber die Wirkung des Ziehens sowohl bei Menschen, wie bei jeder andern belebten bewegenden Kraft, nur stoßweise wirkt, so schwankt das Dynamometer beständig zwischen sehr weit entlegenen Grenzen und kann daher kein scharfes Resultat geben. Es schien uns jedoch, daß bei dem Ziehen durch einen Dampfwagen, dessen Wirkung fortdauernd sich gleich bleibt und dessen Geschwindigkeit außerdem durch die Masse des Wagenzuges regulirt wird, das Dynamometer nur sehr geringe Schwankungen zeigen würde, und daß die Höhe der Maschine besonders bei den letzten Wagen sich nicht mehr bemerkbar machen würde.

Der Versuch mit dem Dynamometer wurde daher auf folgende Weise angestellt. Nachdem der Dampfwagen Leeds mit einem Zuge von 12 Wagen eine gleichmäßige Geschwindigkeit von 3 bis 4 Meilen in der Stunde erlangt hatte, wurde die Verkuppelungskette der 3 letzten Wagen ausgehängt und durch ein Dynamometer mit kreisförmiger Feder ersetzt. Der Versuch wurde auf einer ganz horizontalen Strecke der Bahn $1^1/_2$ — 2 Meilen von Liverpool entfernt angestellt.

Die Hoffnung, den Zeiger der Federwaage unveränderlich auf einer Stelle zu sehen, wurde inzwischen sehr getäuscht; er hielt sich zwar im Durchschnitt auf den 100 Pfund ange-

benden Punkt der Eintheilung, schwankte aber dabei zwischen 50 Pfund und 170 Pfd., ja sogar bei einigen Stößen, welche die Wagen auf der Bahn erhielten, ging der Zeiger bis an das Ende der Eintheilung bei 220 Pfd. Diese einzelnen Stöße ließen sich jedoch sehr wohl von dem gewöhnlichen Zuge unterscheiden. Die Bewegung wurde indeß nicht regelmäßiger und der Versuch mußte daher aufgegeben werden.

Das Mittel der Schwankungen betrug zwischen 50 und 170 Pfund; 110 Pfund. Die 3 Wagen welche hiedurch fortgezogen wurden, wiegen 14,27 Tonnen und der Widerstand ist daher 7, 7 Pfund auf 1 Tonne ($^1/_{290/9}$).

Es muß hierbei mit Rücksicht auf die weitere Verfolgung des Gegenstandes bemerkt werden, daß bei dieser Bestimmung der direkte Widerstand der Luft gegen die bewegten Wagen von keinem Einflusse sein konnte, weil derselbe nur die 3 letzten Wagen eines ganzen Zuges in Anspruch nahm. Die Luft konnte daher nur eine Seitenreibung veranlassen, welche um so unbedeutender ausfallen mußte, als die Geschwindigkeit nur 3 — 4 englische Meilen in der Stunde betrug. Der ganze direkte Widerstand der Luft fällt natürlich auf den ersten Wagen, der bei diesem Versuche gar nicht in Anspruch genommen wurde.

Dieser Versuch konnte nicht als entscheidend angesehen werden; man mußte bestimmtere Resultate erhalten.

Nachdem eine passende Stelle am Fuße der geneigten Ebene von Sutton, $11^1/_2$ englische Meilen von Liverpool ausgewählt worden war, wurde dieselbe mit äußerster Genauigkeit bis auf zehntel Zolle nivellirt und sodann die Versuche nach folgenden Grundsätzen begonnen.

Reibung, bestimmt durch den Reibungs-Winkel.

Man habe eine geneigte Ebene A B (Taf. XIV., Fig. 143), auf der ein schwerer Körper herabgleitet ohne Reibung; am Ende derselben habe man eine zweite geneigte Ebene,

welche mit der Ersten zusammenhängt und auf der der Körper seine Bewegung fortsetzt.

Der Körper wird auf der geneigten Ebene durch die Schwerkraft herabgeführt, diese Kraft wirkt jedoch nicht in ihrem ganzen Betrage. Sie zerlegt sich in zwei Kräfte, von denen die welche senkrecht gegen die geneigte Ebene wirkt, durch den Widerstand dieser leztern gänzlich aufgeschoben wird, und die beschleunigende Kraft, welche die Bewegung hervorruft, ist diejenige, welche der geneigten Ebene parallel wirkt. Wenn daher g die Größe der Schwerkraft ϑ' den Winkel bezeichnet, welchen die geneigte Ebene mit den Verticalen bildet, so ist die beschleunigende Kraft, die die Bewegung hervorbringt.

$$\varphi = g. \cos. \vartheta'$$

Der allgemeine Ausdruck der beschleunigenden Kraft ist aber $\varphi = \frac{d\,v}{d\,t}$; wenn v die Geschwindigkeit und t die Zeit bezeichnet, woraus folgt:

$$g, \cos. \vartheta', = \frac{d\,v}{d\,t},$$

Die Bewegung; welche während des Incrementes einer gewissen Zeit erfolgt, kann immer als gleichförmig betrachtet werden. Wenn daher der darin durchlaufene Raum $= x$ ist, so hat man

$$v = \frac{d\,x}{d\,t} \text{ oder } d\,t = \frac{d\,x}{v}$$

Dieser Ausdruck für d t in die obere Gleichung substituirt, macht dieselbe

$$v \,.\, d\,v = g \,.\, \cos \vartheta' \,.\, d\,x \,.$$

Wird diese Formel integrirt, und dabei berücksichtigt, daß die Geschwindigkeit beim Anfange der Bewegung $= 0$, oder daß für $x = 0$, auch $v = 0$ sein muß, so erhält man

$$\frac{v^2}{2} = g \,.\, \cos \vartheta' \,.\, x \,.$$

Diese Gleichung giebt die Geschwindigkeit des bewegten Körpers für jeden Punkt der ersten geneigten Ebene an.

Wenn der Körper daher in dem Punkte B angekommen ist, und die Entfernung desselben von dem Anfangspunkte der Bewegung wird durch X′ bezeichnet, so ist

$$v^2 = 2 g \cos. \vartheta' . x' .$$

Dieß ist die Geschwindigkeit, welche der Körper bereits in dem Moment erlangt hat, in dem er von der ersten geneigten Ebene zur zweiten übergeht. Diese Geschwindigkeit hat jedoch der Körper nur in einer der ersten Ebene parallelen Richtung erlangt, und es würde daher eine der gegenseitigen Neigung beider Ebenen entsprechende Mittelgeschwindigkeit daraus hervorgehen, wenn der Uebergang aus einer Ebene in die andere plötzlich (durch einen Winkel) stattfände, wenn aber der Uebergang durch einen Bogen, der beide Ebenen tangential berührt, stattfindet, so wird kein Verlust an Geschwindigkeit und Kraft eintreten; der Körper wird vielmehr seinen Lauf auf der zweiten Ebene mit derselben Geschwindigkeit beginnen, mit der er denselben auf der ersten Ebene beschlossen hat.

Ausserdem aber wird der Körper auch hier durch die Schwerkraft bewegt. Wenn ϑ'' der Winkel ist, den die zweite geneigte Ebene mit der vertikalen bildet, so wird hieraus eine beschleunigende Kraft hervorgehen.

$$p' = g . \cos \vartheta''$$

und man erhält durch dieselben Betrachtungen für die zweite Ebene, wie vorher

$$v^2 = 2 g . \cos \vartheta'' \alpha + C .$$

Die constante C bestimmt sich dadurch, daß für $x = 0$ v gleich der Geschwindigkeit werden muß, welche beim Anfang der Bewegung auf der zweiten geneigten Ebene stattfindet. Diese Geschwindigkeit ist aber nach dem Vorhergehenden

$$V^2 = 2 g . \cos \vartheta' x'$$

man hat daher $C = 2 g . \cos \vartheta' . x'$.

Substituirt man diesen Werth von C in dem Ausdruck für die auf der zweiten geneigten Ebene stattfindende Geschwindigkeit, so erhält man

$$v^2 = 2 g . \cos \vartheta'' x + 2 g . \cos \vartheta' . x' .$$

Wenn nun die Verticalhöhen der geneigten Ebenen mit z' und z'' bezeichnet werden, so hat man

$$x' \cdot \cos \vartheta = z' \text{ und } x \cdot \cos \vartheta'' = z'' .$$

Die letzte Gleichung für v^2 nimmt daher die Form

$$v^2 = 2g(z' + z'') \text{ oder } v_2 = 2gz .$$

an, wenn z die Höhe des Punktes, wo sich der bewegte Körper unter dem Anfangspunkte der Bewegung befindet bezeichnet.

Dieß ist die Gleichung für den Fall, daß der Körper sich ohne Reibung auf der geneigten Ebene bewegt. Man sieht daher, daß in dieser Gleichung $v = 0$ nur dann wird, wenn $z = 0$, d. h. der bewegte Körper wird nur dann erst stehen bleiben, wenn er eine geneigte Ebene von entgegengesetzter Neigung, wie die erstere, herausgelaufen ist, und bis zu einem mit dem Anfange gleich hoch liegenden Punkte.

Wenn aber bei der Bewegung des Körpers Reibung stattfindet, so wird diese, da sie nach der Erfahrung nicht von der Geschwindigkeit abhängt, als eine gleichförmig verzögernde Kraft wirken, entgegengesetzt demjenigen Theile der Schwerkraft, welche parallel mit der geneigten Ebene wirkt.

Durch Einführung dieser neuen Kraft werden die beschleunigenden Kräfte der Bewegung auf jeder der beiden geneigten Ebenen nicht mehr

$$g \cdot \cos \vartheta' \text{ und } g \cdot \cos \vartheta'' \text{ sein, sondern}$$
$$g \cdot \cos \vartheta' - f \text{ und } g \cdot \cos \vartheta'' - f,$$

wenn f die der Reibung entsprechende verzögernde Kraft bezeichnet.

In diesem Falle wird daher die Geschwindigkeit des Körpers an irgend einem Punkte m der zweiten Ebene, welcher von dem Punkte B um die Länge x entfernt ist, sein.

$$v^2 = 2(g \cdot \cos \vartheta'' - f)x + 2(g \cdot \cos \vartheta' - f)x' .$$

Wenn nun wie vorher anstatt $x \cdot \cos \vartheta''$, z'' anstatt $x' \cdot \cos \vartheta'$, z' und endlich für $z'' + z'$, z gesetzt wird, so erhält man:

$$v^2 = 2g \cdot z - f(x' + x) .$$

Diese Gleichung gibt die Geschwindigkeit des bewegten Körpers mit Berücksichtigung der Reibung an irgend einem Punkte seines Laufes an. In diesem Falle kann nach der

Gleichung $v = 0$ nur dann werden, wenn $z = 0$; $x_1' = 0$; $x = 0$, d. h. entweder am Anfange der Bewegung oder wenn

$$g z - f (x' + x) = 0 .$$

Wenn daher der einmal auf diese Weise in Bewegung gesetzte Körper an irgend einem Punkte, etwa in m stehen bleibt, so muß dieser Punkt obiger Gleichung Genüge leisten, und es ist für denselben

$$g z = f (x' + x) .$$

Wenn beide Seiten dieser Gleichung im M, der Masse des bewegten Körpers multiplicirt werden, so entsteht daraus:

$$g . M . z = f . M . (x' + x),$$

g ist die Schwerkraft auf ein Element des Körpers . g . M . ist dieselbe daher auf den ganzen Körper oder das Gewicht desselben, welches wir mit P bezeichnen wollen. Ebenso ist f die verzögernde Wirkung der Reibung auf ein Element des bewegten Körpers und f . M . diese Wirkung auf den ganzen Körper, oder die Reibung desselben. Wenn man diese Reibung F nennt, und diese beiden Substitutionen vollzieht, so erhält man:

$$P z = F (x \times x') .$$

Nehmen wir nun an, daß der Körper vom Anfange an frei auf einer geneigten Ebene herabgelaufen, und nur bis zum Punkte m, aber nicht weiter fortbewegt sey, so muß dieser Punkt nothwendig die oben gestellte Bedingung erfüllen, ohne welche der Körper nicht hätte stehen bleiben können. Wenn man daher die Größen z, x, x' bestimmt, und das Gewicht P kennt, so enthält die Gleichung nur noch die unbekannte Größe F, deren Werth eben daraus hervorgeht,

$$F = P . \frac{z}{x \times x'} \text{ *)}$$

*) Nennt man den generellen Reibungs-Coefficienten des Wagens f und die Höhe des Schienenweges von dem Anfangspunkte der Bewegung bis zu dem, wo der Wagen stehen bleibt h, die Länge desselben (nach der Krümmung gemessen) l, so ist $f = \frac{h}{l}$

Wenn man nun nach dieser Bestimmung eine geneigte Ebene so einrichtete, daß sie bei gleichförmiger Neigung die Höhe z und die Länge x + x' hätte, so würde sich der Körper darauf im Gleichgewicht befinden. Sein Bestreben, sich auf der Ebene herabzubewegen, würde genau der Reibung gleich sein, welche ihn zu halten sich bestrebt. Das Verhältniß z; x + x' giebt daher den Sinus des Winkels an, den wir den Reibungswinkel genannt haben, eine Benennung, die eben hierin begründet ist.

Versuche über die Reibung der Wagen.

Nach diesem Grundsatze wurden die Versuche auf einer der geneigten Ebenen der Liverpool-Manchester Eisenbahn ausgeführt.

Von einem Punkte der geneigten Ebene von Sutton, welcher 50 Ketten oder 3300 Fuß von dem untern Ende derselben entfernt ist, wurden 34 Stationen, eine jede von 5 Ketten oder 330 Fuß Länge abgemessen, mit Nummersteinen bezeichnet und genau nivellirt. Die Resultate des Nivellements sind folgende:

Nummer der Station.	Länge vom Anfangspunkt. Fuß.	Senkrechte Höhe unter dem Anfangspunkt. Fuß.	
0	0	0,	
1	330	3,47	
2	660	7,07	
3	990	10,62	
4	1320	14,36	
5	1650	18,17	
6 —	1980	— 21,77	
7	2310	25,53	
8	2640	28,98	
9	2970	32,07	
10	3300	34,61	— Fuß der geneigten Ebene, oder Mitte des Bogens,
11	3630	35,06	
12 —	3960	— 35,19	

Nummer der Station.	Länge vom Anfangspunkte.	Senkrechte Höhe unter dem Anfangspunkte.	
	Fuß.	Fuß.	
13	4290	35,23	der sie mit der untern Fortsetz. d. Bahn verbindet.
14	4620	35,37	
15	4950	35,71	
16	5280	36,17	
17	5610	36,44	
18 —	5940	— 36,66	
19	6270	36,80	
20	6600	36,92	
21	6930	37,06	
22	7260	37,14	
23	7590	37,22	
24	7920	37,37	
25	8250	37,34	
26	8580	37,63	
27	8910	37,92	
28	9240	38,14	
29	9570	38:35	
30 —	9900	— 38,54	
31	10,230	38,67	
32	10,560	38,77	
33	10,890	38,92	
34	11,220	39,08	

Etwas unterhalb des Fußes der geneigten Ebene müssen die Wagen über 3 Ausweichungen im Schienenwege fortgehen, von denen jede mit drei Stellzungen versehen ist. Dieß giebt also 9 Punkte, theils auf einer, theils auf der andern Seite, wo die Wagen gegen Unebenheiten gegenstoßen und in ihrer Bewegung aufgehalten werden. Die Stelle war daher nicht ganz günstig für die Versuche und die gefundenen Reibungen erscheinen deßhalb etwas größer als sie auf grader Bahn wirklich sind.

Die zu den Versuchen angewendeten Wagen, bestehen aus einer einfachen Bühne, welche von 4 Federn getragen

wird. Die Räder haben einen Durchmesser von 3 Fuß engl. Maaß 0^m, 915 = 34, 96 . . . Zoll Preuß.) sind auf den Achsen fest und drehen sich mit denselben. Das Wagengestelle ruht auf den Achsen, aber außerhalb der Räder. Die außerhalb des Rades liegende Achsenspindel hat $1^3/_4$ Zoll englische (0^m, 045 = 1, 7 Zoll Preuß.) Durchmesser. Die Lagen sind mit Messingpfannen versehen, für die Schmiere ist eine kleine gußeiserne Büchse unter der Achse vorhanden, welche aber fortdauernd dieselbe in Oel erhält.

Bei den Versuchen wurde durchaus keine Veränderung mit den Wagen vorgenommen, sie blieben in demselben Zustande, indem sie sich für die gewöhnliche Arbeit befanden, ebenso die Schienen.

Unter dem Wagen befinden sich einige, wo die Achsenspindeln verschiedene Durchmesser haben, dieselben sind nach der Mitte hin verstärkt, in der Mitte der Spindel etwas schwächer, und an ihren Enden wieder am schwächsten. Die Spindeln bestehen aus 3 Theilen von gleicher Länge, welche folgende Durchmesser haben:

nach innen	$2^1/_8$ Zoll engl.	=	0^m, 054
in der Mitte	$1^3/_4$ „ „	=	0^m, 0445
nach außen	$1^3/_8$ „ „	=	0^m, 035

Durch diese Einrichtung soll die Achse an dem Theile verstärkt werden, wo es nöthig ist; dieselbe ist aber erst an wenigen Wagen getroffen, und der Vortheil derselben noch nicht durch die Erfahrung bewiesen.

1. Am 29sten Juli 1834 wurden 5 Wagen, welche nach dem Zufalle dazu bestimmt worden waren, mit Ziegel beladen nach der Stelle der Versuche geschafft. Das Gewicht der belasteten Wagen betrug 30, 65 Tonnen, mit dem Gewicht von 10 Personen, die sich darauf befanden 31, 31 Tonnen, also das eines jeden einzelnen 6, 26 Tonnen.

Die Zug der Wagen wurde mitten in der Bahn so viel als möglich grade aufgestellt in einer Linie mit dem Anfange der bezeichneten Strecke, die Bremsen wurden gleichzeitig an den Wagen aufgehoben, und so wurden dieselben der Ein-

wirkung ihrer Schwere überlassen. Sie standen 33 Fuß jenseits des Nummersteines Nro. 30 stille, hatten daher einen Weg von 9933 Fuß, mit einem Fallen von 38, 55 Fuß zurückgelegt.

In den vorigen Gleichungen erhält man daher für diesen Fall $x + x' = 9933$ Fuß und $z = 38, 55$ Fuß.

Der generelle Reibungscoefficient ist daher $^{38,55}/_{9933} = {}^{1}/_{258}$; die zum Fortziehen von 1 Tonne erforderliche Kraft daher 8, 69 Pfd. $(= {}^{2240}/_{258})$. In diese Reibung ist aber noch eingeschlossen der Widerstand der Luft und der aus dem oben bemerkten Zustande der Bahn sich ergebende Widerstand.

2. Es wurden nun von einem jeden Wagen 300 Ziegelsteine abgeladen, welche 2565 Pfund oder 1, 145 Tonnen wiegen, so daß das Gewicht der 5 Wagen, einschließlich derselben 10 Personen, 25, 58 Tonnen oder für jeden einzelnen Wagen 5, 12 Tonnen betrug.

Nachdem die Wagen wieder ebenso wie beim ersten Versuche aufgestellt und losgelassen worden waren, liefen sie bis 84 Fuß jenseits des Nummersteines Nro. 28, in dem sie eine Länge von 9324 Fuß mit 38,19 Fuß Gefälle zurückgelegt hatten. Der generelle Reibungscoefficient war ${}^{1}/_{244}$; die Kraft zum Fortziehen von 1 Tonne daher 9, 17 Pfund. Die Reibung einschließlich aller Widerstände war daher bei der geringern Belastung im Verhältniß größer.

Die Wagen wurden nun ein jeder einzeln versucht. Die Resultate sind folgende:

Versuche.	Nro. des Wagens.	Ganzes Gewicht.	Durchlaufener Weg.	Fallen des Weges.	Genereller Reibungs-Coefficient.	Kraft zum Fortziehen einer Tonne.
		Tonnen.	Fuß	Fuß		Pfund.
III	294	4,65	7326	37,16	${}^{1}/_{197}$	11,36
IV	100	5,15	6663	36,95	${}^{1}/_{180}$	12,42
V	196	5,20	7455	37,19	${}^{1}/_{200}$	11,17
VI	202	1,85	6204	36,78	${}^{1}/_{169}$	13,28
	leer					

An dem Wagen Nro. 100 fand sich bei seinem Stillstande eins der Achsenlager sehr erhizt, was wahrscheinlich dessen früheres Stillstehen veranlaßte. Der leere Wagen hat nur eine geringe Höhe, er hat nur eine grade Bühne, mit einem dünnen Gitter umgeben.

Nach diesen Versuchen bietet jeder Wagen einzeln einen Widerstand von 11, 3 Pfund per Tonne dar, während dieselben in einem Zuge vereint, nur 9, 17 Pfd. per Tonne geben. Dieser Unterschied hängt offenbar mit dem Widerstande zusammen, welchen die Luft nur dem ersten Wagen des ganzen Zuges entgegenstellt. Wenn daher der ganze Zug nur aus einem Wagen besteht, so muß dieser den ganzen Widerstand der Luft überwinden, wenn aber mehrere Wagen hintereinander folgen, so vertheilt sich dieser Widerstand auf die gesammte Anzahl der Wagen und wird daher auf einen jeden einzelnen derselben weniger bemerkbar.

Dasselbe Resultat ergiebt sich aus einer Vergleichung des 1sten und 2ten Versuches. Ein schwerer Wagenzug bietet einen verhältnißmäßig geringern Widerstand dar, als ein leichter, weil die Hemmung, welche die Luft seiner Bewegung entgegenstellt in beiden Fällen absolut gleich bleibt, sich aber im ersten Falle auf eine größere Anzahl von Tonnen, als in letzteren vertheilt.

Um die vorliegende Untersuchung zu vervollständigen, schien es daher nothwendig, noch weitere Versuche mit Wagenzügen von verschiedenem Gewichte und unter abgeänderten Umständen anzustellen. Diese Versuche wurden mit Wagen gemacht, welche mit Waaren aller Art wie sie der gewöhnliche Verkehr auf der Eisenbahn grade darbot, beladen waren.

Da diese Versuche ganz auf dieselbe Weise wie die vorhergehenden angestellt wurden, so lassen sich deren Resultate am zweckmäßigsten vereint mit den bereits erwähnten in die folgende tabellarische Uebersicht zusammenstellen.

Nro. des Versuches.	Datum an dem der Versuch angestellet wurde.	Bezeichnung der Wagenzüge.	Gewicht des Wagenzuges.	Gewicht eines Wagens.	Durchlaufene Entfernung.	Fallen der Entfernung.	Zeitdauer der Bewegung.	Genereller Reibungs-Coefficient.	Reibungs-Widerstand auf 1 Tonne.	Bemerkungen.
	1834		Tonnen.	Ton.	Fuß.	Fuß.	M. S.		Pfund.	
VI.	29. Juli	1 leerer Wagen	—	1,85	6204	36,78	—	$\frac{1}{169}$ = 0,00593	13,28	Der Wagen hat eine einfache Bühne mit einem Gitter.
VIII.	30. „	1 Beiwagen der Locomotivmaschine	—	4,5	5967	36,66	—	$\frac{1}{163}$ 0,00614	13,76	Dieß Beiw. biet. d. Luft eine große Widerstandsfläche dar.
III.	29. „	1 beladener Wagen	—	4,65	7326	37,16	—	$\frac{1}{197}$ 0,00507	11,36	
IV.	—	1 beladener Wagen	—	5,15	6663	36,95	—	$\frac{1}{180}$ 0,0051	12,42	Eine Pfanne war sehr heiß geworden.
V.	—	1 beladener Wagen	—	5,2	7455	37,19	—	$\frac{1}{200}$ 0,00499	11,17	
IX.	31. Juli	1 Beiwagen der Locomotivmaschine	—	5,5	7266	32,88	—	$\frac{1}{221}$ 0,00452	10,13	
II.	29. „	5 beladene Wagen	25,58	5,12	9324	38,19	10′ 20″	$\frac{1}{244}$ 0,00409	9,17	
I.	—	5 beladene Wagen	31,31	6,26	9933	38,55	10′	$\frac{1}{258}$ 0,00388	8,69	
XI.	1. August	10 beladene Wagen und 1 Beiwagen der Locomotivmaschine	48,72	4,43	10008	38,58	11′ 45″	$\frac{1}{259}$ 0,00386	8,64	
X.	31. Juli	14 beladene Wagen	61,65	4,4	9579	35,32	—	$\frac{1}{271}$ 0,00369	8,26	
VII.	30. „	19 „ „	92	4,84	10728	38,85	11′	$\frac{1}{276}$ 0,00362	8,11	
XII.	1. August	24 „ „ und 1 Beiwagen	110	4,4	10668	38,82	—	$\frac{1}{275}$ 0,00364	8,15	
XV.	15. „	7 Wagen, 1 Beiwagen und eine Locomotivmaschine an der Spitze	40,59	4,00	8175	37,35	8, 30″	$\frac{1}{219}$ 0,00457	10,23	
XIII.	2. „	17 Wagen, 1 Beiwagen und Locomotivmaschine	94,96	4,78	11262	39,10	—	$\frac{1}{288}$ 0,00347	7,78	Einschließlich des Reibungswiderstandes der Locomotivmaschine
XIV.	—	20 Wagen, 1 Beiwagen und 1 Locomotivmaschine . .	110,14	4,83	10911	38,75	12′ 10″	$\frac{1}{282}$ 0,00355	7,96	

Digitized by Google

Das Wetter war während dieser Versuche ruhig und schön. Es wurde bei denselben keine besondere Sorgfalt auf Schienen und Wagen verwendet, noch überhaupt etwas an deren gewöhnlichen Zustand geändert.

Reibung der mittleren Wagen in einem Zuge.

Der Einfluß, welchen der Widerstand der Luft ausübt, ist bereits bemerkt worden. Wenn 5 Wagen zu einem Zuge verbunden sich bewegen, so ist ihr Reibungswiderstand, 9, 17 Pfd. auf 1 Tonne ihres Gewichtes, und wenn dieselben 5 Wagen einzeln sich bewegen, so ist ihr mittlerer Widerstand 11, 65 Pfd. auf 1 Tonne. Die anderen Versuche liefern ähnliche Resultate. Wenn man die aus vielen Wagen zusammengesetzten Züge mit denen vergleicht, welche nur wenige Wagen enthalten, so bieten die ersteren immer geringere Reibungswiderstände, als die letzteren dar, indem sie die Luft mit derselben Fläche durchschneiden.

Der direkte Widerstand der Luft wird nur gegen den ersten Wagen ausgeübt. Die in der Uebersicht vorangestellten 6 Versuche mit einem einzelnen Wagen ergeben den Widerstand eines an der Spitze eines Zuges laufenden Wagens. Wenn dieser bei den anderen Erfahrungen in Abzug gebracht wird, so erhält man den Widerstand der mittleren Wagen eines Zuges, d. h. den Reibungswiderstand unabhängig von demjenigen der Luft.

Das Mittel der Versuche II., III., IV., V., VI., giebt den Reibungswiderstand eines beladenen Wagens an der Spitze eines Zuges zu 11, 77 Pfd. auf eine Tonne, In dem Versuche Nro. VII. ist das Gewicht des ganzen Zuges, 25,28 Tonnen. Der Widerstand auf 1 Tonne 9, 17 Pfd., daher der gesammte Widerstand des Zuges 234,5 Pfd.

Wird hiervon der Widerstand des ersten Wagens = 5, 12 × 11, 77 = 60,25 in Abzug gebracht, so erhält man

für den Reibungswiderstand der 4 nachfolgenden Wagen 174,25 Pfund, und daher für 1 Tonne Gewicht derselben 8,5 Pfund.

Uebersicht der Resultate der vorhergehenden Versuche über den Reibungswiderstand der mittleren Wagen eines Zuges.

Wenn man eine ähnliche Berechnung für die übrigen Versuche anstellt, wie die so eben vorhergegangene und noch die Resultate derjenigen Versuche hinzufügt, wo die Locomotivmaschinen mit den Wagenzügen vereint bleiben, so erhält man daraus nachstehende Tafel.

Widerstand der mittleren Wagen der Züge, oder Widerstand der Wagen mit Ausschluß desjenigen, den die Luft auf den ersten ausübt.

Nro. des Versuchs.	Anzahl der Wagen.	Gewicht der Wagenzüge.	Mittleres Gewicht eines Wagens.	Widerstand des ersten Wagens im Zuge auf 1 Tonne.	Widerstand der mittleren Wagen in Zuge auf 1 Tonne.	Genereller Reibungs-Coefficient der mittleren Wagen.
		Tonnen.	Tonnen.	Pfd.	Pfd.	
II.	5	25,58	5,12	11,77	8,5	0,00380 $^1/_{263}$
I.	5	31,31	6,26	11,77	7,92	0,00354 $^1/_{282}$
XI.	11	48,72	4,43	11,77	8,33	0,00372 $^1/_{268}$
VII.	14	61,65	4,40	11,77	7,99	0,00357 $^1/_{280}$
XII.	19	92,00	4,84	11,77	7,91	0,00353 $^1/_{283}$
X.	25	110,00	4,40	11,77	7,99	0,00357 $^1/_{280}$
XV.	8	33,52	4,00	15,84	9,04	0,00404 $^1/_{247}$
XVI.	18	86,76	4,78	13,78	7,21	0,00322 $^1/_{310}$
XIV.	21	101,80	4,83	15,22	7,35	0,00328 $^1/_{305}$
Summe und Mittel	126 —	591	4,78		8,03	0,00359 $^1/_{279}$.

Der mittlere Reibungswiderstand ergiebt sich daher zu 8 Pfund auf 1 Tonne (von 2240 Pfd.) wenn man nur die mittleren Wagen eines Zuges betrachtet. In allen den Fällen

aber, welche bei der Bewegung der Wagen auf einer Eisenbahn zu betrachten vorkommen, geht die Locomotivmaschine immer dem Wagenzuge voraus. Auf diese fällt daher auch der direkte Widerstand der Luft, und derselbe wird bei der sogenannten todten Reibung, oder dem todten Widerstande der Locomotivmaschine selbst berücksichtigt, so daß hieraus folgt, daß sämmtliche Wagen nur als mittlere Wagen eines Zuges betrachtet werden können. Ihr eigener Reibungswiderstand kann daher auch nur mit 8 Pfd. pro Tonne ihres Gewichtes in Ansatz gebracht werden.

Das mittlere Gewicht eines Wagens ist nach der vorhergehenden Tafel 4,78 Tonnen. Ein solcher Wagen an der Spitze eines Zuges gestellt giebt einen Widerstand von 11,77 Pfd. pro Tonne, oder überhaupt von 56 Pfd.; an einer mittleren Stelle im Zuge giebt er aber nur einen Widerstand von 8,03 Pfd. per Tonne, oder überhaupt von 38 Pfd. Der Unterschied beider Resultate ist dem Hindernisse zuzuschreiben, welches die Luft seiner Bewegung entgegenstellt. Die Luft bewirkt daher einen Widerstand von 17 bis 18 Pfd. bei einem Wagen von geringer Höhe bei der mittleren Geschwindigkeit, welche die Wagen bei den Versuchen erlangten. Diese Geschwindigkeit beträgt etwa 12 englische Meilen in der Stunde oder 16 Fuß in der Secunde, indem eine Entfernung von etwa 10000 Fuß in durchschnittlich 10 Minuten zurückgelegt wurden.

Diese Erfahrung stimmt mit den direkten Versuchen über die Kraft des Windes überein. Man weiß, daß der Wind bei einer Geschwindigkeit von 20 Fuß in der Secunde auf einer Fläche von 1 Fuß einen Druck von etwas weniger als 1 Pfd, etwa 0,915 Pfd ausübt. Also anders ausgedrückt, eine Fläche von 1 □ Fuß, welche die Luft mit einer Geschwindigkeit von 20 Fuß in der Secunde durchschneidet, erleidet einen Widerstand von 0,915 Pfund [1]). Daher muß

---

[1]) Die Versuche von Borda ergeben, im Pariser Maaß, die Kraft des Windes bei 20 Fuß Geschwindigkeit zu 1 Pfd. auf 1 □ Fuß.

ein beladener Wagen, welcher der Luft eine Fläche von ohngefähr 22, 5 □ Fuß entgegenstellt, einen Widerstand von ohngefähr 20 Pfd. erleiden.

Wenn man bei den Versuchen den direkten Widerstand der Luft gegen den ersten Wagen im Zuge einmal in Abzug gebracht hat, so erscheint der Widerstand, den die übrigen Wagen des Zuges erleiden, unabhängig von deren Anzahl. Die Unterschiede welche sich bei den Versuchen alsdann noch herausstellen, scheinen nur in zufälligen Umständen ihren Grund zu haben, wie in dem Zustande der Schienen, oder des Windes, in der Beschaffenheit der Schmiere der Räder, welche immer einen geringen Einfluß auf die Resultate behaupten.

Versuche über die Reibung der Wagen ohne Federn.

Da die vorhergehenden Versuche mit Wagen angestellt worden waren, welche mit Federn versehen und überhaupt nach einem vervollkommneten Principe gebauet sind, so schien es glaublich, daß die gewöhnlichen Wagen, ohne Federn, der Bewegung einen größeren Widerstand entgegenstellen würden.

Um diesen Umstand genauer zu ermitteln, wurden einige Versuche auf der Eisenbahn von Darlington-Stokton genau nach derselben Methode, wie die vorhergehenden, angestellt.

Die dazu gebrauchten Wagen sind diejenigen, welche auf dieser Eisenbahn gewöhnlich angewendet werden [1]). Die Räder derselben haben 3 Fuß Durchmesser wie auf der Liverpool-Eisenbahn. Ihr Gewicht ist leer 1, 3 Tonnen und mit der Last 4 Tonnen. Sie haben keine Federn. Die Achsenspindel hat 3 Zoll Durchmesser, wo die Lagerpfanne auf derselben aufliegt. Die Achsenspindel an den Wagen der Liverpool-Bahn hat nur $1^1/_3$ Zoll Durchmesser. Dieser Un-

---

1) Sie sind in den Fig. 109 a bis e Taf. x abgebildet.

terschied rührt daher, daß bei diesen letzteren Wagen der Ruhepunkt des Wagens auf den Achsen außerhalb der Räder liegt, und daher ohne Schaden in seinem Durchmesser so weit verschwächt werden kann, während die Achse selbst in der Mitte, und da wo die Räder auf derselben befestigt sind, die erforderliche Stärke behält. Bei den Wagen auf der Darlington Bahn hingegen, liegen die Ruhepunkte des Wagens auf der Achse innerhalb der Räder, daher nicht an dem Ende der Achse, sondern mehr nach ihrer Mitte und dieser Theil darf nicht unter 3 Zoll Stärke erhalten, weil er außer der Last des Wagens auch noch die Räder in einer festen und unveränderten Stellung zu erhalten hat und den Seitenpressungen und den Einwirkungen der Drehung, welche beständig während der Bewegung auf die Räder fallen, widerstehen muß.

Die Versuche mit diesem Wagen ergaben nachstehende Resultate:

Nro. der Versuche.	Anzahl der Wagen des Zuges.	Durchlaufener Weg bevor die Wagen zum Stillstand kamen.	Höhedifferenz des Anfangpunkts und desjenigen, wo die Wagen still standen.	Genereller Reibungs-Coefficient.	Widerstand auf 1 Tonne (2240 Pfd.) d. Gewichts der Wagen.
		Fuß.	Fuß.		Pfund.
I.	12	9552	34,56	$^1/_{276}$ 0,00362	8,11
II.	4	9600	34,60	$^1/_{277}$ 0,0036	8,07
III.	16	10500	35,04	$^1/_{300}$ 0,0034	7,48
IV.	8	9894	34,82	$^1/_{284}$ 0,00352	7,88
			Mittel	0,00352	7,88

Während dieser Versuche wehete ein ziemlich starker Wind in der Richtung und übereinstimmend mit ihrer Bewegung, was um so mehr zu bemerken ist, als bisweilen Wagenzüge lediglich auf den Eisenbahnen durch die Einwirkung des Windes auf beträchtliche Strecken fortgeführt werden. Alle Wagen befanden sich in einem guten Zustande und namentlich waren die bei den Versuchen III. und IV. angewendeten die besten auf dem ganzen Wege.

Diese Versuche hatten gegen die Erwartung bessere Resultate geliefert, als bei den mit Federn versehenen Wagen; es schien daher nothwendig den Einfluß der Federn an diesen Wagen auf den Widerstand in ihrer Bewegung durch einen direkten Versuch zu bestimmen.

Zu diesem Endzwecke wurde die Bühne an einem Wagen, welche auf Federn ruhte, durch Keile in die Höhe gespannt, so daß die Federn außer Wirksamkeit gesetzt wurden. Der Wagen wurde mit Blockblei beladen, an Gewicht etwa 2 Tonnen, und ergab so bei dem Versuche einen Widerstand von 8,58 Pfd. auf 1 Tonne. Darauf wurden die Keile entfernt, so daß die Bühne mit der Last auf den Federn ruhete, und zeigte der Wagen nunmehr einen Widerstand von 8,35 Pfd. auf 1 Tonne seines Gewichts.

Dieser Versuch zeigte eine geringe Verminderung des Widerstandes bei der Anwendung der Federn; dieser Vortheil kann jedoch leicht durch andere Umstände überwogen werden, die sonst nicht sehr auffallen, wie die Politur und die Schmiere der Lagerpfannen, die Höhe der Belastung, und im Allgemeinen muß man unter beiden Verhältnissen den Widerstand der Reibung zu 8 Pfd. pro 1 Tonne, oder den generellen Reibungscoefficienten zu $^1/_{280} = 0{,}00357$ annehmen.

Einwirkung des Fuhrwerks auf die Eisenbahn [1])

Die Fuhrwerke zerstören allmählig eine Eisenbahn, so wie sie auch eine Chaussée zerstören; allein die Eisenbahn verhält sich dabei anders, weniger leidend als die Chaussée, sie wirkt bei ihrem Widerstande zurück. Die Lastwagen stoßen die Schienen an ihren Fugen, treiben sie von einander, biegen sie und zerbrechen sie sogar zuweilen; sie erschüttern die Tragsteine, stoßen und treiben sie in den Boden. Fährt

1) Nach Minard's Vorlesungen. S. 174.

man auf einer Eisenbahn, so fühlt und hört man bei jeder Schienenfuge einen kleinen Stoß und wenn die Schienen auch noch so genau gelegt sind. Der kleine Zwischenraum zwischen den Schienen macht schon, daß sich das Rad nicht stetig fortbewegt, sondern beim Uebergang von einer Schiene zur andern einen kleinen Stoß bekommt. Liegen die benachbarten Schienen nicht gleich hoch, so ist der Stoß stärker und fühlbarer, wenn sich das Rad auf die vorspringende Schiene hinaufhebt, als wenn es von dem Vorsprung herunter rollt. Im ersten Falle findet der Stoß statt, ehe der Mittelpunkt des Rades in die Vertikallinie durch die Fuge gelangt ist, und die Schiene wird vorwärts getrieben, ehe das Rad hinauf steigt. Im zweiten Falle findet der Stoß statt, nachdem der Mittelpunkt des Rades über die Fugen hingegangen ist; und die Schiene, welche das Rad verlassen hat, wird in dem Augenblick, wo das Rad herabsteigt, schwach rückwärts getrieben. Die Schienen, welche vor den andern hervortreten, werden also immer nach einer und derselben Richtung gestoßen, die Wagen mögen hin oder zurück fahren; und da nun ohngefähr gleich viel Schienen nach dieser und nach jener Richtung vorspringen mögen, so können sich die Wirkungen in der Summe aufheben. Ist aber das Gefälle stark, und der Verkehr bergab stärker, als bergauf, so werden die vorspringenden Schienen von den hinabfahrenden Wagen mit mehr Geschwindigkeit und Kraft gestoßen, als von den hinauffahrenden; die Schienen werden also immerfort bergab gedrängt, Auf der Lyoner Straße sind alle Schienen von St. Etienne (bergab nach Rive-de-Gier, und selbst von da nach Givors zu getrieben worden. Sie sind in den Schienenstühlen geglitten, und manche sind im Begriff, aus demselben herauszuspringen. Hierzu hat indessen mitgewirkt, daß hier die Räder selbst die Schienen mit fortzuziehen streben; denn diese ganze Straße ist in Einem fort krumm; jedes Paar Räder muß also, um sich mit gleicher Geschwindigkeit bewegen zu können, gleiten, muß sich in den Schienen reiben und sie also mehr bergab als berg-

auf ziehen. Diese Reibung an der Seite ist, wegen der großen Geschwindigkeit und der Schwungkraft beträchtlicher beim Hinabfahren der Wagen.

Diese Verschiebung der Schienen, welche zeigt, mit welcher Kraft die Schienenstühle und Steine gestoßen werden, ist schwer zu verhindern. Indessen scheint sie nicht Statt zu finden, wenn die Schienen in den Schienenstühlen durch quer durchgehende Bolzen, oder durch eiserne Keile, festgehalten werden. Auf der Lyoner Straße hat man dem Uebelstande dadurch abzuhelfen gesucht, daß man dem Boden derjenigen Schienenstühle, welche unter den Stößen der Schienen liegen, einen Vorsprung giebt, gegen welchen das zu diesem Zweck ausgekerbte Ende der Schiene sich stemmt. Es wird auf diese Weise eine Schiene nur durch die Stabilität eines Steins gehalten, und die Erfahrung muß erst lehren, ob der Widerstand hinreichend sein wird.

Die Räder der Wagen drängen ferner die Schienen aus einander, wenn sie sich stärker an die eine als an die andere Reihe derselben legen; und auch die Ränder der Räder treiben die Schienen nach außen, wodurch sie von einander entfernt werden. Diese Pressung nach der Seite zeigt sich sichtbar nach der Abnutzung der Räder, die insbesondere in der Ecke zwischen der Felge und ihrem Rande Statt findet.

Die Lastwagen werden durch mehrere Wirkungen auf die Seite getrieben, nämlich:

1) Durch die Schwungkraft in den Krümungen;

2 Durch den Wind, wenn er nicht parallel mit den Schienen weht;

3) durch das Wanken der Wagen, wenn die beiden Schienenreihen unter einer und derselben Wagenaxe nicht gleich hoch liegen;

4) Durch eine etwanige Excentricität der Räder;

5) durch Aenderungen in der Richtung der Straße;

6) durch Wirkung eines Wagens auf den andern, wenn sie anhalten, sich in Bewegung setzen, oder plötzlich ihre Geschwindigkeit ändern; denn da die Richtung des Zu-

ges nicht immer genau durch den Schwerpunkt des Wagens geht, wie sie auch angehängt sein mögen, so drehen sich die Wagen und treiben beide Schienenreihen nach auswärts.

Daß die Schienen von der Last gebogen und die Steine in die Erde getrieben werden, gehört zu den schlimmsten und häufigsten Beschädigungen einer Eisenbahn, besonders seitdem man angefangen hat mit Dampfwagen und mit außerordentlicher Geschwindigkeit zu fahren. Es verhält sich mit dieser Wirkung folgendermaaßen: Man nehme eine horizontale Eisenbahn an, nach dem Systeme der Liverpooler gebaut, mit $14^1/_2$ Fuß langen Schienen, die alle 2 Fuß $10^4/_5$ Zoll unterstützt und über jedem Stein in den Schienenstuhl eingeklemmt sind. Man nehme ferner an, daß das Terrain gleichförmig aber nicht stark genug widerstehe, so läßt sich zunächst erachten, daß die unter den Stößen der Fugen liegenden Steine, stärker als die andern in die Erde getrieben werden, indem die Stellen der Schienen an den Fugen die schwächern sind. Giebt nun der Stein unter dem Stoße nach, so wird sich die auf ihn stützende Schiene biegen, sobald ein Wagen darüber hinfährt und folglich über dem nächsten Stein conver werden. Giebt dagegen der Boden unter den mittlern Steinen nach, so wird die Schiene dort durch das Gewicht des Wagens gebogen, darauf aber durch die Elasticität des Eisens wieder in ihre ursprüngliche Gestalt zurück versetzt.

Bei dem Uebergange eines Wagens wird sich also der Stein senken und heben; der durch ihn gleichsam gerammte Boden wird, wie der Stein selbst, immer weiter nachgeben. Noch größer wird das Uebel seyn, wenn der Boden naß ist, oder auf seiner Oberfläche Wasser steht. Das Wasser wird schneller in die Höhlung unter den Stein dringen, der Boden dort erweichen und nun wird der Stein noch um so mehr nachgeben. Dieses läßt sich deutlich erkennen, wenn man die Bewegung der Wagen, und der Steine nach einem starken Regen beobachtet. Die Mitte der Schienen also, die stärker widerstehen zu müssen scheint, als die Enden, kann,

weil sie sich leichter wieder hebt, sogar mehr nachgeben als die Enden. Eine sich in diesem Falle befindende Schiene, wird also in dem Augenblicke, wo sich der Wagen in ihrer Mitte befindet, sehr concav sein. Dadurch öffnet sich dann die Fuge des Stosses oberhalb, die Ecken der Enden heben sich und bilden einen Vorsprung, gegen welchen sich die Räder des nämlichen Wagens, oder die des folgenden stoßen. Es erklärt sich hieraus, wie die Fuhrwerke stark gestoßen werden können, obgleich die Bahn vor dem Uebergange der Wagen ganz eben zu sein schien; besonders dann, wenn der Boden der Schienenstühle unter den Stößen nicht convex gemacht ist, welches bei der Eisenbahn von Leeds nach Selby, oder bei der von Nürnberg nach Fürth angeordnete, Mittel das beschriebene Uebel noch am besten zu heben scheint. Man bemerke noch, daß, da die bleibende Krümmung, welche eine Schiene aus der beschriebenen Ursach annimmt, nicht alle Elasticität des Eisens vernichtet, das Rammen der Steine dennoch Statt findet. Die Schiene krümmt sich immer stärker und die Straße leidet immer mehr.

Daß die Schienen sich biegen und die Steine oder hölzernen Querunterlagen sich eindrücken, ist Thatsache. Die Schienen biegen sich nicht allein zwischen ihren Endpunkten, sondern selbst zwischen zwei benachbarten Stützpunkten. Auf der steinernen Brücke zu Manchester sah Hr. Minard die Schienen unter der Last eines Dampfwagens, der mit seinem Munitionswagen an der Spitze eines Wagenzugs ankam, sich sehr merklich biegen. Der Dampfwagen bewegte sich nicht schneller, als ein Mensch im Schritt. In dem Augenblick, wo eins der Räder über den Stoß der Schienen ging, sahe man die Schiene, welche es verließ, sich heben und so wie das Rad die Fuge passirt war, gab die Schiene, auf welche es zu drücken anfing, nach, die Fuge der Schienen blieb immer in der nämlichen Höhe. Diese Bewegungen, die bei einigen Schienen sehr merklich, bei andern unmerklich waren, und welche beim Uebergange des Hülfswagen nicht Statt fanden, ließen sich hier, wo die ganze Straße gepflastert ist,

deutlich wahrnehmen. Eben so sah Hr. Minard bei Darlington, Lyon und Roanne die Schienen sich unter dem Gewicht der Dampfwagen biegen, ja selbst unter dem Gewicht der Munitions- und der Lastwagen. Bei Epinac biegen sich die Schienen unter den letztern. Die von den Herren Wood, Egen ꝛc. in einem frühern Kapitel dieses Werks mitgetheilten Beobachtungs-Resultate ergeben zwar für gleich starke Belastungen nur Biegungen, die dem Auge nicht bemerkbar sind; aber die Wirkung einer bewegten Masse ist auch einer ruhenden Last gar nicht zu vergleichen; die erstern nehmen mit der Geschwindigkeit sehr zu.

Ist der Widerstand des Terrains gleichförmig, so läßt sich annehmen, daß die Steine zwischen den Stößen unter beiden Schienenreihen ungefähr gleichviel stärker im Vergleich gegen die Steine unter den Stößen werden eingedrückt werden. Liegen also die Stöße der Schienen einander gegenüber, wie bei Lyon, so werden die Krümmungen mit einander correspondiren; liegen aber die Stöße der einen Reihe der Mitte der Schienen der andern Reihe gegenüber, so werden die Höhlungen der einen Linie auf die Erhebungen der andern zu treffen. Dieses erklärt es, wie bei der zweiten Anordnung, die Anfangs auf der Liverpooler Straße Statt fand, die Wagen eine schaukelnde Bewegung bekommen konnten, die an einigen Stellen sehr stark war. Die Schwankungen betrugen zuweilen an $2^2/_3$ Zoll, und es waren ihrer gegen 100 in der Minute.

Man muß sich also eine Eisenbahn mit Stabeisenschienen nicht als gerade, sondern als wellenförmig vorstellen. Die Krümmungen sind schwächer oder stärker, je nach dem Nachgeben der Steine und der Schienen, nach dem Angriffe auf die letztern und der Erhaltung der Straße. Man muß sich vorstellen, daß der Mittelpunkt der Trägheit eines Wagens eine Linie doppelter Krümmung durchläuft.

Die Biegung der Schienen und die Eindrückung der Steine, nimmt wegen der verticalen Krümmungen, mit der Geschwindigkeit der Fuhrwerke zu. Man betrachte einen Wagen, der in einen von zwei gegeneinander laufenden Abhän-

gen gebildeten Winkel hinab fährt. In dem Augenblick, wo die Räder wieder zu steigen anfangen, wird der steigende Abhang nicht allein von der Last des Wagens getroffen, sondern auch von der, senkrecht auf den Abhang zerlegten, Wirkung der bewegten Masse, welche mit der Geschwindigkeit zunimmt. Zwar sind die Schienen nicht gerade in spitzen Winkeln gebogen, gleichwohl aber ist die Wirkung auf den steigenden Theil der Schienen der in solchem Falle ähnlich. Wo die Krümmung regelmäßig ist, findet ein von der Schwungkraft, die im Quadrat der Geschwindigkeit zunimmt, herrührender Ueberschuß des Drucks statt. Durch die wellenförmigen Krümmungen und die Geschwindigkeiten, die zuweilen Statt finden, wird das Gewicht der bewegten Massen öfters verdoppelt werden. Nimmt man an, daß die Krümmung ein Kreisbogen von etwa 1 Linie tief, 2 Fuß 10 Zoll Sehne und 160 Fuß Halbmesser ist, so beträgt die Vermehrung des Drucks, die von der Schwungkraft herrührt, für eine Geschwindigkeit von 64 Fuß in der Secunde.

$$\frac{v^2}{g\,r} = \frac{64^2}{30 \cdot 80 \cdot 160} = 0{,}81 \text{ der rollenden Last.}$$

Es kann kommen, daß bei großer Geschwindigkeit die Räder der Fuhrwerke mit der Last gerade auf die Mitte der Schienen zwischen zwei Stützpunkte sich stürzen. Denn man nehme an, daß sich der nächste Stein nach demjenigen unter dem Stoße zweier Schienen eingedrückt habe und daß die gekrümmte Schiene in diesem Punkte um $1^1/_3$ Linien gewichen sey, oder daß das Ende der vorhergehenden Schiene über das der gekrümmten um 1 Linie vorstehe. Beträgt dann die Geschwindigkeit 42 bis 45 Fuß, so wird das Rad, nachdem es die überstehende Schiene verlassen hat, fortgeschleudert werden, ohne die folgende gekrümmte Schiene zu berühren, und erst $14^1/_2$ Zoll von dem Stoß entfernt, da nemlich, wo die von dem Rade beschriebene Parabel die zweite Schiene trifft, die nach einem Kreisbogen gekrümmt vorausgesetzt ist, wird das Rad auf die zweite Schiene fallen. Aehnliches wird erfolgen, wenn der Stein unter dem Stoße

der Schienen höher steht, als zwei nächste Steine. Das Rad, wenn es sehr geschwind fortrollt, wird sich, indem es den Stoß verläßt, heben, und erst in einiger Entfernung von dem Stoße wird es auf die Schiene niederstürzen.

Große Geschwindigkeit eines Fuhrwerks zerstört eine Eisenbahn noch auf andere Weise. Die Schienen, die Schienenstühle und Steine machen zusammen ein Ganzes aus, dessen Elasticität sich deutlich an den verticalen Stößen und Bebungen wahrnehmen läßt, die man in der Nähe der Bahn empfindet. Zum Theil liegt diese Elasticität im Boden. Sehr stark ist diese Bebung auf loser Erde, auf Aufschüttungen und auf hölzernen Unterlagen; sie wird durch aufeinander folgende Wirkungen der Räder auf den Schienen hervorgebracht, die nachdem sie eingebogen worden sind, wieder emporschnellen. Nun kann es aber, da die eingebogenen Theile der Schienen einer gewissen Zeit bedürfen, um wieder in ihre vorige Lage zu gelangen, kommen, daß der Stoß einer neuen Masse gerade dann erfolgt, wenn das Aufschnellen der Schiene erst beginnt, oder dann, wenn es am stärksten ist. Im ersten Falle wird das Rad in die Vertiefung hinabstürzen und die Schiene noch um so stärker biegen, was dann unter jedem Wagen zunimmt; im zweiten Fall wird ein heftiger Zusammenstoß der Schienen und des Wagens erfolgen. Das Resultat ist ohngefähr so, als wenn man über einen Balken geht, der über einen breiten Graben liegt. Richtet man seine Schritte nach den Bewegungen des Balkens ein, so empfindet man nur geringe Stöße, aber der Balken biegt sich immer mehr und mehr: richtet man sich nicht nach den Schwankungen des Holzes, so empfindet man heftige Stöße. Wenn also auf elastischen Schienenbahnen die Räder einander schneller folgen, als sich die Schienen wieder gerade zu richten vermögen, so werden die angedeuteten zerstörenden Wirkungen Statt finden, und um so schneller sich wiederholen, je größer die Geschwindigkeit der Fuhrwerke ist. Auf der Liverpooler Straße folgen sich alle Räder eines Wagenzuges ohngefähr in Entfernungen von $5^3/_4$ Fuß, und da

nun die Geschwindigkeit der Fuhrwerke zuweilen 64 Fuß ist, so erfolgen gegen 11 Stöße in einer Secunde.

Hr. G. R. Crelle [1]) meynt, daß sich die mannichfachen und großen Uebel, die für eine Eisenbahn aus zu schwacher Fundamentirung derselben mit einzelnen Steinen entstehen, dadurch gehoben werden können, daß man ihr ein festes Fundament von Pfählen giebt. Ein runder Pfahl, von 8 Zoll Durchmesser und 5 Fuß lang, kann, in festem Boden, schon mehr als 600 Centner tragen und eine Last von 200 Cent.; wie die der schwersten Dampfwagen, von welcher jedoch nur der auf einem Rade ruhende, 4te oder 6te Theil in Betracht kommt, wirkt, wenn sie zwei Linien hoch herabfällt, noch nicht so stark, als ein Rammklotz von 2 Centner schwer; der 4 Fuß hoch herabfällt; folglich würde es kaum wahrscheinlich seyn, daß die Fuhrwerke, selbst mit der ungeheuersten Geschwindigkeit in Bewegung gesetzt, die Pfähle eindrücken könnten.

Dann aber würde die Bahn durchaus eben bleiben, und alle Uebelstände, wenn außerdem nur die Schienen so stark sind, daß sie sich zwischen zwei Unterstützungen nicht merklich biegen, würden wegfallen.

Die Unterstützung mit Pfählen könnte man auf verschiedene Weise anordnen. Einer der bedeutensten Uebelstände bei denselben würde seyn, daß das Holz bald verfault, während die Tragsteine fast immer bleiben. Um nun diesen Uebelstand zu vermindern, müßten die Köpfe der Pfähle etwa 3 Fuß tief unter der Oberfläche des Bodens liegen, damit wenigstens die Pfähle selbst länger gegen die Vergänglichkeit geschützt bleiben und weniger oft erneuert werden dürfen. Auf die Pfahlköpfe könnte man Hölzer, von gleicher Dicke, wie die Pfähle, und etwa $2^1/_2$ Fuß lang aufpfropfen; auf diese Hölzer Holme quer über die Bahn legen, und auf die Holme die gewöhnlichen eisernen Schienenstühle nageln. Die

---

1) Minard Vorlesungen ꝛc. S. 180 ff.

Aufsätze auf die Pfähle könnten an dieselben vermittelst drei oder vier eiserner Schienen, die von der Seite angenagelt und angekrammt werden müssen, befestigt werden. Anfangs würde man die Pfähle ganz durchgehen lassen können und die Aufpfropfung würde erst bei der nächsten Reparatur erfolgen. Zu mehrerer Sicherheit könnte man auch einzelne Pfähle ganz durchgehend erneuern. So würde das Ganze hinreichende Festigkeit erlangen, da es von den Schienen der Länge nach gehalten, nicht gut ausweichen kann. Die Querholme und Pfropfe würden freilich oft erneuert werden müssen, selbst wenn man eichenes Holz dazu nähme; aber dieses würde auch sehr leicht und schnell geschehen können, da die Pfähle unten bleiben. Eine andere, noch festere Art wäre, etwa $2^1/_2$ Fuß tief unter der Erde, Holme nach der Länge der Bahn auf die Pfähle zu legen, auf die Holme, quer über, Sattel und auf diese verstrebte, 2 Fuß hohe Schienenstühle von Gußeisen zu setzen.

Man hätte bei der Fundamentirung durch Pfähle zugleich noch den Vortheil, daß in der Tiefe feuchtes und nasses Terrain eher vortheilhaft als nachtheilig seyn würde, da in solchem Boden die Pfähle länger dauern. Und dann hätte man den großen Vortheil, daß die Stärke des Fundamentes durch die Dicke und Länge der Pfähle ohne Schwierigkeit ganz nach der Beschaffenheit des Bodens abgemessen und eingerichtet werden könnte, so daß sich der Eisenbahn ein überall gleich starkes Fundament geben ließe, was ihr so vorzüglich nothwendig ist. Diese Art der Fundamentirung würde auch, wenn das Holz nicht sehr theuer ist, eben nicht kostbarer seyn, als die mit Steinen; wenigstens dann nicht, wenn unter den Steinen, wegen des lockern Bodens, erst eine Chaussée gelegt werden muß, wie bei Selby. So würde z. B. im sandigen Boden, wie bei Berlin, eine Ruthe Eisenbahn, bis auf die Schienen selbst und die Schienenstühle, weil nothwendig erst ein Steinschlag unter den Tragsteinen gelegt werden müßte, etwa $16^2/_3$ Thlr. kosten. Vielmehr würden auch 4 Pfahljoche, alle 3 Fuß eins, nicht

mehr koſten, da wo die Pfähle nicht über 5 Fuß lang zu ſeyn brauchten. Auch die Erhaltung würde eben nicht viel theurer ſeyn, weil die Schienen mehr geſchont werden würden. Wäre ſie es aber auch, ſo würden die mehreren Ausgaben durch die beſſere Fahrt auf der Bahn reichlich vergütigt werden.

Siebentes Kapitel.

Wirkung der Schwere auf Abhängen zur Bewegung der Fuhrwerke [1]).

Wir erwähnten ſchon früher, daß wenn die Neigung einer Eiſenbahn mehr beträgt als 6 Zoll auf 100 Fuß (5 Millimeter auf 1 Meter), die Wagen vermöge ihrer eigenen Schwere auf einer ſolchen geneigten Fläche hinabrollen. So lange die Neigung nicht über 18 Zoll auf 100 Fuß (14 oder 15 Millmeter auf das Meter) beträgt, können die Wagen auf dieſe Weiſe in ganzen Transporten auf die geneigte Fläche gebracht werden, indem ihre Geſchwindigkeit mittelſt einer der beſchriebenen Bremsvorrichtungen regulirt wird. Iſt aber die Neigung bedeutender, ſo kann eine gefährliche Beſchleunigung der Bewegung eintreten und ſowohl die Bremsvorrichtungen als auch die Menge von Menſchen, die angewendet werden müßten, um die Geſchwindigkeit zu reguliren, würden bei großen Koſten dennoch nur eine geringe Bürgſchaft für die Sicherheit des Transports gewähren. Man benutzt dieſes Ebenmaaß dadurch, daß man ein Gegengewicht heben läßt und iſt ſo auf den Gedanken gekommen, die Kraft der hinabfahrenden Wagen zum Heraufziehen der andern anzuwenden. Solche Vorrichtungen ſind beſonders auf Eiſenbahnen bei Steinkohlen und andern Bergwerken nicht ſelten, indem Gruben und

1) Nach Minard.

auch Steinbrüche, wie wir schon am Ende des fünften Kapitels sahen, in der Regel weit höher als die Flüsse oder Kanäle ꝛc. liegen, auf denen die Einschiffung der Kohlen und Steine statt findet, und weil die Wagen jedesmal leer zurückkehren. Die Engländer nennen solche Vorrichtungen self acting Planes, wörtlich selbstwirkende Flächen, wir nennen sie selbstwirkende Rampen und bei Bergwerken ist die Benennung Bremsberg gebräuchlich.

In diesem Falle legt man entweder:

1) in die untere Hälfte des Abhanges eine Bahn, oder
2) zwei Bahnen in die Mitte, zum Ausweichen der Wagen, oder
3) zwei Bahnen oben, und eine gemeinschaftliche Bahn in der Mitte, oder
4) auf kurze Strecken oben und unten, zwei Bahnen.

Die Bewegung wird durch ein großes Seil, oder zuzuweilen auch durch eine Kette mitgetheilt, die ein wenig länger als der Abhang ist. An die Enden des Seils oder der Kette werden die hinab und die hinauffahrenden Wagen gehängt. Das Seil oder die Kette läuft auf Rollen, und wickelt sich auf eine horizontale oder verticale Trommel oberhalb auf. Neuerdings läßt man es meistens über eine große Rolle von Gußeisen, mit tiefen Rinnen, gehen, die beinahe horizontal, in einiger Entfernung von dem Gipfelpunkte, unter dem Boden liegt. Diese ein wenig in die entgegengesetzte Lage des Abhanges geneigte Rolle, wird durch zwei hölzerne Lager getragen, bewegt sich in einer ummauerten Höhlung unter dem Boden, die mit starken Balken bedeckt ist, über welche die Straßenschienen hergehen (Fig. 144). Die Rolle hat 6 bis 15 Fuß, ihre Axe 3 bis 6 Zoll Durchmesser.

Befinden sich die beladenen Wagen oben auf der Bahn, links, so sind die leeren Wagen unten. Die beladenen Wagen ziehen alsdann das Seil hinab, und zwar auf der geraden Bahn. Die Radlenken verschließen die Bahn links (Fig. 145.) Durch Menschen, oder auch bloß dadurch, daß sie auf die Speicher der Räder steigen, werden die belade-

nen Wagen erst in Bewegung gebracht, worauf dann die Schwere sie weiter treibt. Die hinauf- und die hinabfahrenden Wagen langen gleichzeitig bei der doppelten Bahn in der Mitte an. Die beladenen Wagen gehen auf der Bahn links weiter; aber die leeren Wagen werden durch die Radlenken A B in die Bahn rechts getrieben, in welcher sie bleiben, bis sie oben anlangen. Nachdem die beladenen Wagen den leeren begegnet sind, gehen sie in der einzelnen Bahn unterhalb weiter; im Vorbeifahren drängen sie die Radlenken bei A C so, daß sie die Bahn rechts verschließen und langen nun unten an. In dem Augenblick, wo die Wagen oben und unten anlangen, wird das Seil schnell losgehackt, und die Wagen setzen ihren Lauf, mit der Geschwindigkeit die sie erlangt haben, noch weiter fort. Durch Erfahrung findet man, wann das Loshacken geschehen muß, damit die Wagen da stehen bleiben, wo man es verlangt. Da nun jetzt das Seil auf der Bahn links sich befindet, so müssen die beladenen Wagen, oben auf der Plateform, nach der Bahn rechts gebracht werden, und die leeren Wagen steigen nun nach der Bahn links aufwärts; dieß ist nöthig, weil die Radlenker die Bahn rechts verschließen. So also fahren die Wagen hinauf und herab, abwechselnd auf dieser und auf jener Bahn.

Wenn der Abhang oder das Uebergewicht so stark ist, daß die Bewegung der Wagen zu sehr beschleunigt werden würde, was besonders nach dem Endpunkte ihres Laufes hin der Fall ist; so mäßigt man die Geschwindigkeit, wie schon bemerkt, mittelst einer Bremse, welche auf die Seilscheibe wirkt. In so fern aber das Uebergewicht so groß ist, daß auch dann noch die Bewegung fortdauert, wenn die Scheibe aufhört, sich zu drehen, also das Seil in der Kehle derselben gleitet, so bremmst noch ein Arbeiter den hintersten Wagen. Auch kann man die Rampe verlängern und unterhalb eine Gegenrampe anordnen. Das Gefälle der Rampe muß übrigens nicht gleichförmig, sondern oben stärker seyn, als unten, um die bewegende Kraft auszugleichen, die das

Gewicht des Seils, in dem Maaße, wie es sich weiter abwickelt, verstärkt. Auch kann man die Reibung noch dadurch verstärken, daß man das Seil mehr als ein halbmal die Rolle umgeben läßt: vermittelst einer oder zwei kleiner Rollen, welche die Richtung des Seils ändern, und an sich selbst die Reibung schon vermehren, (Fig. 145). Aber diese Anordnung hat den Uebelstand, daß die Bewegung am Anfange derselben erschwert wird.

Nachdem die Wagen unten angelangt sind, werden sie von der Schwere nicht mehr getrieben; ihre Geschwindigkeit wird also nicht weiter beschleunigt, sondern im Gegentheil verzögert durch das Seil, welches die Wagen mit sich fortziehen müßen. Die Geschwindigkeit der auf dem Gipfelpunkt angelangten leeren Wagen wird dagegen von der Schwere nicht mehr vermindert, und kann nur durch die Reibung der Räder vernichtet werden. Sie bewegen sich also schneller, als das Seil von ihnen und von den unten befindlichen, verzögerten Wagen fortgezogen wird. Eben so würde es sich verhalten, wenn man die Bewegung der herabfahrenden Wagen durch Bremsen mäßigte. Das Seil muß sich also, unter den darüber hingehenden Wagen, schnell biegen und aufwickeln. Um Beschädigungen, die dabei vorkommen können, zu verhindern, befestigt man an den Enden des sehr dicken und steifen Seils Ketten von 32 bis 36 Fuß lang; auch hat man mehrere Mittel das Seil schnell loszuhacken, von denen mehrere in den Fig. 146 und 147 abgebildet sind.

Die selbstwirkenden Rampen oder Bremsberge 50 320 und mehrere Ruthen lang und ihr Gefälle beträgt 1 auf 40 bis 1 auf 6. Sie können aus mehreren einzelnen Abhängen, in concaver oder conver Form, zusammengesetzt werden; auch die horizontale Projektion derselben kann krumm, oder aus einzelnen geraden Linien zusammengesetz-

---

1) Fig. 112 zeigt eine ähnliche Vorrichtung.

seyn. So endigt sich bei Sunderland ein solcher Abhang in einen Bogen, dessen Halbmesser, nach der Sehne und dem Sinus versus, die Hr. Minard gemessen hat, etwa 26 Ruthen lange seyn mag.

Folgendes sind die Resultate einiger Beobachtungen des Hrn. Wood auf selbstwirkenden Rampen.

Nummer der Beobachtung.	18.	19.	20.	21.	22.
Abhang	1 auf 37,3	1 auf 37,3	1 auf 30	1 auf 28,3	1 auf 35,3
Länge des Abhanges . . .	173⅔ Rut.	173⅔ R.	316 R.	297 R.	219 R.
Gewicht eines beladenen Wagens	8480 Pfd.	8480 Pfd.	9145 Pfd.	9150 Pfd.	9145 Pfd.
Zahl der Wagen	5	6	5	5	5
Quantum der Last	42400 Pfd.	50880 Pfd.	45725 Pfd.	45750 Pfd.	45725 Pfd.
Gewicht eines leeren Wagens	2706 Pfd.	2706 Pfd.	3359 Pfd.	3359 Pfd.	3359 Pfd.
Zahl der Wagen	6	7	7	7	7
Quantum der Last	16236 Pfd.	18942 Pfd.	23513 Pfd.	23513 Pfd.	23513 Pfd.
Zeitdauern der Bewegung . .	3¾ Min.	3 Minut.	5 Minut.	6 Minut.	4⅔ Min.
Durchmesser d. Seils . . .	19 Linien.	19 Linien.	19 Linien.	19 Linien.	16 Linien.
Gew. d. Seils	3758 Pfd.	3758 Pfd.	4651 Pfd.	4301 Pfd.	2832 Pfd.
Gewicht d. kleinen Rolle . .	3191 Pfd.	3191 Pfd.	4089 Pfd.	9444 Pfd.	4002 Pfd.
Gewicht d. großen Scheibe .	4484 Pfd.	4484 Pfd.	4440 Pfd.	4440 Pfd.	4440 Pfd.
Verhältniß des Durchmessers der Axe der kleinen Rolle zu dem Durchmesser d. Rolle	1 zu 14,6	1 zu 14,6	1 zu 14,1	1 zu 14,1	1 zu 16
Verhältniß des Durchmessers d. Axe d. großen Scheibe zu d. Durchmesser d. Scheibe . .	1 zu 20	1 zu 20	1 zu 24	1 zu 24	1 zu 24

Bei den Beobachtungen Nro. 18. und Nro. 19. war das Gefälle des Abhanges oberhalb stärker, als unten. Die

Bahn war vollkommen gerade, die Schienen waren sehr trocken und in gutem Zustande; 6 beladene Wagen zogen 6 leere, ohne daß ein Bremsen nöthig war; im Winter aber rollten die Wagen kaum von selbst.

Bei der Beobachtung Nro. 20 war der Abhang unregelmäßig. Die Bahn hatte eine große Krümmung. Man läßt immer 7 leere Wagen von 7 beladenen heraufziehen und bremst die große Scheibe, oder theilweise die Wagen.

Bei der Beobachtung Nro. 21. war das Gefälle ebenfalls nicht gleichförmig; in der Mitte machte die Bahn einen großen Bogen. Gewöhnlich zögen 7 volle Wagen 7 leere mit großem Uebergewicht herauf.

Bei der Beobachtung Nro. 22 war das Gefälle fast gleichförmig und die Bahn gerade; gewöhnlich zogen 7 beladene Wagen, 7 leere mit großem Uebergewicht herauf.

Die Rollen (Sheeves, c), welche das Seil zu tragen und zu lenken bestimmt sind, finden sich von verschiedener Gestalt. Einige haben englische Rinnen (Fig. 155, 156, 158, 160); andere sind Walzen mit vorspringenden Rändern (Fig. 157, 159, 144.) Auch giebt es senkrecht stehende Walzen und schief liegende Rollen, deren Axen dann nicht horizontal sind. (Fig. 161).

Alle diese Rollen sind von Holz oder Gußeißen, bewegen sich um feste Axen von geschmiedetem Eisen, welche 7 bis 9 Linien im Durchmesser haben. Unter dem Seile haben die Rollen einen Durchmesser von 6½ bis 15¼ Zoll und liegen 19 bis 25 Fuß von einander entfernt.

Die Rollen haben den Zweck, die Reibung des Seils zu vermindern und zu verhindern, daß sich dasselbe zu schnell abnutze, was geschehen würde, wenn es auf der Erde schleppte. Auch dienen sie, daß Seil in der Mittellinie der Bahn zu halten und und die bewegende Kraft da, wo die Bahn krumm ist, zu hindern, daß sie die Wagen zur Seite ziehe.

Die Rollen erleiden eine, um so geringere Drehungs-Reibung, je größer der Durchmesser des Bodens ihrer Kohlen gegen den Durchmesser der Axe ist. Da nun diese letztere nicht dünner gemacht werden kann, als nöthig ist, um das Gewicht der Rolle und 19 bis 25 Fuß Seil zu tragen, welches 53 bis 85 Pfund beträgt, so macht man den Durchmesser der Rollen so groß als möglich. Da sie aber weder die darüber hergehenden Wagen, noch den Boden berühren dürfen, so können sie nicht größer seyn, als 15 bis $17\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser, welches gewöhnlich die Höhe unter den Wagen ist. Man hat zwar versucht, um die Rollen größer machen zu können, den Boden auszuhöhlen und die Axen der Rollen tiefer zu legen; allein der kleine Graben, in welchem sie liegen, füllt sich bald mit Wasser und Erde, und man muß dann die Rollen dagegen durch eine Vorrichtung verwahren, wie sie z. B. in Fig. 155 dargestellt ist.

Die Seile sind wesentliche Theile des Mechanismus auf Bremsbergen; ihr Durchmesser beträgt 1 Zoll 4 Linien bis 2 Zoll 4 Linien, ihr Gewicht 10 bis 24 Pfund auf die Ruthe Länge. Die Spannung der Seile beträgt 1000 bis 3500 Pfund.

Die Reibung des Seils auf den Rollen muß nothwendig in Betracht gezogen werden. Berührte das Seil die Rolle nur an einem Punkte, so würde die Reibung der der Wagenräder auf den Schienen ähnlich seyn. Aber wegen der nothwendigen Gestalt der Rolle, deren sämmtliche Punkte gleiche Winkelgeschwindigkeit haben, berührt es den Boden und die Ränder der Rolle zugleich, deren Geschwindigkeiten verschieden sind. Einige Theile des Seils reiben sich also zugleich auf die gewöhnliche Weise.

In der Schätzung des Herrn Wood findet sich die Reibung der Axen der Rollen und der Trommeln mit der zur Biegung des Seils nöthigen Kraft zusammen genommen. Herr Wood nimmt für die Bewegung des eine Rampe auf- und abgehenden Wagenzuges, abstrahirend von der

verschiedenen Länge des Seils, ungefähr folgende Gleichung an:

$$1.\ E = \frac{g\ t^2}{180\ i} \cdot \frac{180\ (M - m - i\ F') - i\ (M + m)}{2\ (M + m + C) + R + P},$$

wo

M das Gewicht der beladenen, hinabfahrenden Wagen ist;

m das Gewicht der leeren, herauffahrenden Wagen;

R das Gewicht aller Räder, als volle Walzen betrachtet;

P das Gewicht aller Rollen und der Trommel, eben so betrachtet;

C das Gewicht des Seils;

E der in der Zeit t durchlaufene Raum;

G die Schwere, d. h. der nach der ersten Secunde des freien Falles gleichförmig zu durchlaufende Raum;

1 : 180 das Verhältniß der gesammten Reibung der Wagen zur Last;

F die Reibung des Seils, der Rollen-Aren, der Trommel ꝛc. ꝛc.

1 : i das Verhältniß der Höhe der Rampe zur horizontalen Länge derselben.

Nachdem Herr Wood nun noch über das Hinabfahren der Wagen verschiedene Betrachtungen angestellt hat, welche ihm E und t geben, findet er

$$2.\ F' = \frac{180\ (M - m) - i\ (M + m)}{180\ i} - \frac{E}{g\ t^2}$$

$$[2\ (M \times m + C) + R + P]$$

für den Widerstand in der Richtung des Seils, Herr Wood überträgt diesen Widerstand auf den Umfang der Aren, indem er ihn mit einem Durchschnitt der Verhältnisse der Durchmesser der Rollen zu ihren Aren multiplicirt, die nach verschiedenem Druck berechnet sind, und er findet durch 9 Versuche, daß dieser Durchschnitt $^1/_4$ bis $^1/_3$ von dem Gewicht des Seils, der Rolle und der Trommel beträgt.

Andere Ingenieurs, die Herren Locke und Stephenson, haben einige directe Versuche über die Reibung der Seile angestellt. Sie haben auf einem Bahnabhange leere Wagen hinabfahren lassen, welche verschiedene lange Seile fortzogen. Wenn das Seil so lang war, daß die Geschwindigkeit beinahe gleichförmig wurde, so nahmen sie an, daß die Reibung des Seils und der Wagen, der aus ihrem Gewicht in paralleller Richtung mit dem Abhang hervorgehenden zusammengesetzten Kraft gleich sey. Und da nun die Reibung der Wagen bekannt war, so ließ sich danach die Reibung des Seils schätzen. Aber sie haben weder den Durchmesser des Seils, noch denjenigen der Aren und Rollen, noch das Gewicht derselben angegeben; auch wird man bemerken, daß jene Weise, die Reibung zu finden, unrichtig ist, voraussetzt, daß dieselbe viel stärker, als die Geschwindigkeit zunahm, weil man annimmt, daß die Bewegung gleichförmig werde. Man sieht also, daß die Bemühung, die Reibung durch Beobachtung zu finden und jene, sie à priori berechnen zu wollen, ungefähr in gleichem Maaße nicht zweckdienlich waren.

Durch Messung der Reibung am Umfange der Rollen haben vier Versuche ergeben, daß die Reibung den 10ten oder 12ten Theil des Gewichts des Seils allein beträgt. Aber diese Reibung hängt auch noch von dem Gewicht der kleinen Rollen ab, welches man ohne große Fehler dem des Seils gleich setzen kann. Man muß also den doppelten Druck annehmen, und dann ergiebt sich nur der 20ste oder 24ste Theil der Last. Um diese Reibung auf den Umfang der Rollenaren zu übertragen, muß man sie mit 12, der gewöhnlichen Verhältnißzahl der Durchmesser der Rollen und ihren Aren multipliciren. Dieß giebt dann $^3/_5$ oder die Hälfte der Last.

Merkwürdig ist es, daß die Herren Stephenson und Locke eine stärkere Reibung gefunden haben, obgleich bei ihren Versuchen nicht die Widerstände in Betracht gezogen wurden, die Herr Wood berücksichtigt hat, nämlich die Steifheit des Seils und die Reibung der Trommel.

Herr Walker schätzt, nach zwei Beobachtungen der Reibung des Seils, am Umfange der Rollen gemessen, diese Reibung auf den 22sten Theil des Gewichts des Seils, ohne das der Rollen.

Nach diesen, von einander abweichenden Resultaten, die nur als Schätzungen zu betrachten seyn dürften, wird man vielleicht annehmen können, daß der Widerstand des Seils mit Zubehör, an dem Umfange der kleinern Rollen gemessen, in der Richtung der Kraft, welche die Wagen fortzieht, $^1/_{36}$ des Gewichts des Seils, der Trommel oder Scheibe und Rollen beträgt, während der Durchmesser der Rollen ungefähr der zwölfache Durchmesser ihrer Axen ist.

Das Seil zerreißt öfters. Die herabfahrenden Wagen in solchen Fällen aufzuhalten, dient nur die Hemmung an den Rädern; die herrauffahrenden Wagen hält man auf verschiedene Weise vom Zurückrollen ab. Nämlich:

1. Befestigt man hinter dem letzten Wagen zwei Hölzer von etwa 6 Fuß lang und $3^4/_5$ Fuß im Geviert dick, unten mit eisernen Spitzen, die man dem Wagen, wenn er hinauffährt, auf der Bahn nachschleppen läßt. Die Spitzen stemmen sich in den Boden, wenn der Wagen zurückrollen will.

2. Sind diese Hölzer zuweilen durch eiserne Stangen, in Form eines Andreas-Kreuzes, mit einander verbunden, und bilden eine Art von Gestell (Fig. 162), welches dem hintersten Wagen folgt.

3. Auf den Abhängen der unterirdischen Theile (Tunnels) der Liverpooler-Bahn bedient man sich zweier starken, hölzernen, mit Eisen beschlagenen Keile. Sie haben die Gestalt des krummlinigten Winkels zwischen den Rädern und der Bahnschienen, sind mit einander durch Quärstücke verbunden und bilden so eine Art Schlitten, der auf den Schienen gleitet und dem letzten Wagen folgt, an welchem er befestigt ist. So wie der Wagen zurück zu rollen strebt, hält ihn der Schlitten auf, indem sich die Keile desselben zwischen die

Räder und die Bahnschienen klemmen, auf welchen sie dann gleiten (Fig. 163).

Wir theilen nun noch die Beschreibungen einiger in England vorhandenen Bremsbergen mit, so wie sie bei Steinbrüchen, in und bei Steinkohlen = und andern Bergwerken und bei Kanälen, mit längern horizontalen Schienenwegen verbunden, oder ohne dieselben, häufig sind, in ihrer Construction aber manche Verschiedenheiten zeigen.[1])

Bremsberg in dem Kalksteinbruche am Avon=Kanal bei Bath.

Aus dem großen Kalksteinbruch bei Bath, welcher viel Hausteine liefert, führt ein Bremsberg auf eine Länge von 2658 Fuß engl. (387 Lachter Pr.) nach dem Kanal des Avon, auf dem die Steine weiter verführt werden. Der Bremsberg hat zwei Abtheilungen, Die obere von 1658 Fuß Länge hat keine gleichförmige Neigung; dieselbe ist oben schwach, in der Mitte bis 10 Grad und unten bogenförmig schräg geneigt. Die untere hat eine gleichförmige Neigung von etwa 5 Grad. Die ganze Seigerhöhe des Bremsberges beträgt 480 bis 500 Fuß. Es liegt auf der ganzen Länge eine doppelte gußeiserne deutsche Schienenbahn.

Wechsel, wodurch diese beide Bahnen verbunden sind, befinden sich oben im Steinbruche, vor jeder der Bremsvorrichtungen, und unten am Kanale. Jede Bahn hat 3 Fuß 4 Zoll Spurweite und liegt eben so weit von einander entfernt.

Die einzelnen Schienen sind $2^1/_2$ Fuß lang, $3^1/_2$ Zoll breit, $^5/_8$ Zoll stark, die Spurrippe ist $2^1/_2$ Zoll hoch, unten $^7/_{12}$ Zoll und oben $^3/_8$ Zoll hoch. Auf der untern Seite, dicht am äußern Rande, befindet sich eine bogenförmige

---

[1]) Wir folgen dabei den Herren v. Oeynhausen uud v. Dechen in Karstens Archiv, Bd. 19. S. 154 ꝛc. ꝛc.

Verstärkungsrippe, die in der Mitte bis 1 Zoll zunimmt, und an den Enden verschwindet. Die Enden der Schienen sind $^3/_4$ Zoll stark, an der innern Seite mit einem kleinen Ansatze versehen, und haben einen Ausschnitt, wodurch je zwei und zwei Schienen durch einen eisernen Nagel mit viereckigem pyramitalen Kopf befestigt werden. Die Schienen liegen auf steinernen Unterlagen, die Nägel sind in Holzblöcke eingetrieben. Diese Schienen sind für die Lasten, welche darauf heruntergelassen werden und die 80 Zentner mit dem Wagen betragen, zu schwach gegossen; dies beweisen große Haufen zerbrochener Schienen, die neben dem Wege liegen; dennoch sind die neuangelieferten Schienen nicht stärker gegossen.

Auf dem obern Theile des Weges befindet sich ein konischer Seilkorb, an einer horizontalen Achse, auf der einen Seite mit einem horizontalen Bremsrade versehen; der Korb hat an den Enden 5 Fuß, in der Mitte 6 Fuß Durchmesser, und ist 11 Fuß lang. Das Seil, woran die Wagen auf diesen Theil des Weges herabgelassen werden, ist $1^1/_4$ Zoll stark und ungetheert; es läuft über hölzerne Friktionswalzen von 34 Zoll Länge, 6 Zoll Durchmesser, mit eisernen Zapfen; die eisernen Pfadeisen, worin sich dieselben drehen, sind in den steinernen Unterlagen eingelassen, worauf die Schienen ruhen. Da der Seilkorb länger, als der Schienenweg breit ist, so ist die oberste Friktionswalze mit Kränzen versehen und so eingerichtet, daß sie sich auf ihrer Achse hin und her schieben kann.

Auf dem untern Theil des Weges besteht die Bremsvorrichtung aus einer, in der Ebene des Weges liegenden Seilscheibe, an einer aufrecht stehenden eisernen Achse 6 Zoll kantig. Diese Scheibe ist von Gußeisen 8 Zoll hoch, hat auf der äußern Seite einen vorstehenden Rand und 6 Fuß 8 Zoll Durchmesser, so daß die Kette, woran hier die Wagen herabgelassen werden, gerade in der Mitte der Schienenbahnen liegen. Diese Kette hat gerade $4^1/_4$ Zoll lange, $2^1/_4$ Zoll breite Glieder und ist aus $^5/_8$ Zoll starken Rundeisen

gefertigt. Das Bremsrad befindet sich an derselben Achse unter der Seilscheibe, hat 9 Fuß Durchmesser, 8 Zoll Höhe und hölzerne, durch ein Gewerbe verbundene $^3/_4$ der Peripherie umschließende Bremsbacken, die durch eine einfache Gabelverbindung angezogen werden.

Diese Ketten laufen über gußeiserne Friktionsscheiben, welche in Entfernungen von 24 Fuß in der Mitte der Bahnen, auf besonderen steinernen Unterlagen aufgestellt sind. Dieselben haben 9 Zoll Durchmesser, sind $7^1/_2$ Zoll lang, haben $1^1/_2$ zöllige Ränder und sind auf geschmiedeten eisernen Achsen von 15 Zoll festgekeilt, die in kleinen gußeisernen Pfannen laufen.

Die Wagen worauf bis 70 Zentner Steine geladen werden, bestehen aus einer hölzernen Plattform, die mit einem eisernen, $2^1/_2$ Fuß hohen Gitter versehen sind. Die Plattform ist aus 4 Gestellbäumen, $7^1/_2$ Fuß lang, 7 Zoll hoch und 5 Zoll stark zusammengesetzt, durch 4 Querriegel und einige eiserne Anker verbunden, die Achsen sind von Gußeisen, $3^1/_2$ Zoll hoch und $3^1/_4$ Zoll breit. Der runde Theil derselben in der Nabe ist $9^1/_4$ Zoll lang, vorn $1^1/_2$ Zoll, hinten $2^1/_2$ Zoll im Durchmesser. Die Achsen sind $2^1/_2$ Zoll tief in den 8 Zoll hohen und eben so breiten Querriegel eingelassen. Die Achsenmittel liegen 40 Zoll auseinander. Die Räder sind $16^1/_2$ Zoll hoch, am Rande 1 Zoll stark, mit 6 speichenartigen Rippen und dazwischen angebrachten Löchern versehen. Die Länge der Nabe beträgt $7^3/_4$ Zoll. Ein solcher Wagen wiegt, einschließlich der Räder, 10 Zentner. Die schmalen Räder tragen gewiß sehr viel zu der Menge von Schienenbruch bei, und haben hier, wo die durch breitern Rädern etwa vermehrte Friktion nicht schädlich einwirken kann, gar keinen Vortheil.

Bremsberg und Schienenweg von den Granitbrüchen bei Dalkey, bis nach Kingstown, unfern Dublin.

Die Granitbrüche von Dalkey, 7 engl. Meilen von Dublin, liefern ganz vortrefflich große Hausteine, welche vielfach benutzt werden und sehr häufig bei dem Hafenbau von Kingstown angewendet worden sind. Dorthin führt ein 2 engl. Meilen langer Schienenweg, der in der Nähe der Brüche mit drei Bremsbergen versehen ist, deren Neigung gegen 10° beträgt, und von denen der untere und längste gegen 100 Lachter Pr. lang ist.

Es liegen auf den Bremsbergen zwei Schienenbahnen, jede von 4 Fuß Spurweite, in 3 Fuß Entfernung von einander. Die Schienen sind denen auf dem kurz vorher beschriebenen Bremsberge ähnlich, nur dauerhafter und schwerer konstruirt. Jede Schiene ist 3 Fuß lang, einschließlich der Spurrippe, 4 Zoll hoch und 1 Zoll breit. Die Spurrippe ist 2 Zoll hoch, oben $^3/_4$ Zoll, unten 1 Zoll stark. Auf der untern Seite sind die Schienen mit zwei $^3/_4$ Zoll breiten und $^1/_2$ Zoll vorstehenden Verstärkungsrippen versehen, und eben so sind die Enden der Schienen auf 4 Zoll Länge $1^1/_2$ Zoll stark und mit einem kleinen Ansatze versehen. Die Befestigung ist auf Granitblöcken gerade wie bei den vorhergehenden. Die Bremsvorrichtung ist auf den drei geneigten Ebenen sich gleich. Eine Kette ohne Ende geht an dem obern Ende des Bremsberges über eine gußeiserne, in der Ebene des Weges liegende Scheibe, an der zugleich ein Bremsrad angebracht ist; an dem untern über zwei kleinere Leitungsscheiben. Vor jeder dieser Scheiben liegt eine senkrecht hängende Rolle, wodurch die Kette mit Sicherheit darauf geleitet wird. Die obere Scheibe ist mit dem Bremsrade aus einem Stück gegossen, 7 Fuß Durchmesser und 15 Zoll hoch, mit einer Rinne zur Aufnahme der Kette und mit Kränzen versehen. Die Arme und das Mittelstück sind besonders gegossen und an der Scheibe inwendig angeschraubt. Die Achse dieser Scheibe ist von Gußeisen 8 Fuß lang und oben bedeu-

tend stärker als unten. Die Bremse besteht aus einer eisernen Schiene von 5 Zoll Breite und umgiebt das Rad nur zur Hälfte, kann aber durch eine doppelte Hebelverbindung sehr stark dagegen gedrückt werden. Die unteren Leitungsscheiben liegen ebenfalls den Ebenen des Weges parallel, und befinden sich an eisernen Achsen. Die herunter zu bremsenden vollen, und herauf zu ziehenden leeren Wagen, werden miltelst ziemlich langer Ketten mit einem starken Hacken an der Kette ohne Ende befestigt, und zwar ist diese Kette an dem untern Ende der Wagen angehängt, so daß sie oben über dem Wagen hinweggeht, welches besonders bei dem Anhängen von Vortheil ist, und sonst wenigstens keine Nachtheile hat. Auf diese Weise werden 2 bis 3 volle Wagen in Entfernungen angehängt, und eben so viel leere auf der anderen Seite, so daß das Heraufziehen und Hinunterlassen beständig fortdauert.

Die Wagen bestehen aus einer starken Plattform, welche für den Transport großer Steine, ohne alle Kosten sind, für kleinere Steine mit einem Kasten, der an beiden Enden Thüren hat, die unten in Gewerben hängen, und oben mit Achsen und Vorstecklingen befestigt werden. An jedem Ende sind an beiden Gestellbäumen 4 Hacken, woran die Ketten angehackt werden können; die Wagen sind 4 Fuß breit, 6 Fuß lang; die Achsenmittel stehen 3 Fuß auseinander.

Die Achsen sind von Schmiedeeisen, mit 3 Schrauben an den Wagen befestigt, 3 Zoll breit, $4^1/_2$ Zoll hoch, und ganz in den Querriegeln eingelassen. Die gußeisernen Räder sind 18 Zoll hoch, haben einen $1^1/_2$ Zoll breiten Rand und 6 speichenartige Verstärkungen mit kreisrunden Löchern dazwischen. Die Nabe ist, so weit sie sich an der Achse anschließt, 6 Zoll lang, und vorn mit einer 4 Zoll langen Erweiterung versehen, welche den Vorsteckling ganz umgiebt und verhindert, daß er nicht herausspringen kann; — eine Einrichtung, welche den gewöhnlichen Rädern der Frachtwagen in England nachgeahmt ist und ganz zweckmäßig zu seyn scheint. Ein Einschnitt erlaubt, den Vorsteckling einzustecken.

Diagonal geneigte Tagesstrecke auf der Grube Wheal-Friendship bei Tavy, unweit Tavistock.

Auf der Grube Wheal-Friendship, bei Mary-Tavy, unweit Tavistock, in Devonshire, ist auf dem Streichen des Kupfererzganges eine geneigte Ebene oder Tagesstrecke, vom Tage nieder bis auf die 112 Fathoms (98 Preuß. Lachter) Sohle vorgerichtet und zur Erzförderung eingerichtet worden. Die Länge dieser Strecke wird zu 450 Fathom (2400 Fuß engl.) 393 Lachter preuß. angegeben, und wenn diese Angabe vielleicht auch etwas zu hoch ist, so ist die Länge derselben doch jedenfalls sehr bedeutend, indem sie sich noch gegen 20 Fathoms über Tage verlängert. Eine Länge von 450 Fathoms und eine Saigerteufe von 112 Fathoms (672 Fuß) angenommen, ergiebt den mittleren Fallungswinkel zu $14^1/_2{}^0$. Das Fallen dee Strecke ist indessen nicht sehr regelmäßig und beträgt daher an vielen Punkten mehr wie $14^1{}_2/^0$; auch folgt die Strecke den Unregelmäßigkeiten des Ganges, und macht daher häufige Krümmungen. Aus der Strecke selbst sind, in seigeren Abständen von 10 Fathoms, Gezeugstrecken getrieben und für die tieferen Baue donnlägige Schächte auf dem Gange niedergebracht, durch welche die Erze auf diese Hauptförderstrecke gelangen.

Auf dieser geneigten Tagesstrecke ist eine eintrümiger gußeiserner deutscher Schienenweg von 36 Zoll Spurweite vorgerichtet. Der Schienenweg ist nach Art eines Tramroads gelegt; die gußeisernen Schienen sind meist 6 Fuß lang, 3 Zoll breit, mit Ausschluß der 2 Zoll hohen, unten $^1/_2$ Zoll, oben $^3/_8$ Zoll starken Spurrippen, $^3/_4$ Zoll stark; doch bedient man sich auch beim Auswechseln kürzerer Stücke von 3 Fuß Länge und darunter. Die Schienen haben an jedem Ende ein viereckiges Loch und sind mit eisernen Nägeln auf hölzernen Stegen befestigt; sie liegen häufig auf der bloßen Gesteinssohle, oft ist aber auch eine Art Straßbaum untergelegt.

Der Schienenweg ist gut gelegt und erhalten; es ist ein Mann dazu angestellt, welcher die Reparaturen besorgt. An den erforderlichen Stellen liegen Rollen quer über den Weg, über welche die Kette hinläuft, diese Rollen, von 2½ Fuß Länge und 6 Zoll Durchmesser, bestehen aus einem gußeisernen Cylinder, des mit Holz ausgefüttert ist, worin die schmiedeeisernen Zapfen befestigt sind. Da die geneigte Tagesstrecke häufig kleine Biegungen hat, so sind dergleichen Walzen auch häufig, senkrecht stehend, an beiden Seiten des Weges angebracht, auch kleine eiserne Leitungsscheiben von 9 Zoll Durchmesser und 4 Zoll Breite, auf dem Wege selbst, an welchem die Kette läuft.

Die Achse der Walzen ist gewöhnlich in einer Unterlage befestigt.

Auf diesem geneigten Schienenwege läuft ein vierrädriger eiserner Wagen, der mit einer Ausstürzvorrichtung versehen ist. Die Räder sind von Gußeisen, haben 18 Zoll Durchmesser und nur ⅔ Zoll Stärke und eine messingene Büchse, welche mit vier Ansätzen darin eingesteckt, durch hölzetne Keile befestigt wird, und in der Nabe nur 2¾ Zoll lang ist. Der Wagen faßt beinahe 22 Cubicfuß, 20 bis 25 Zentner Erze, und mit Einschluß des Wagens mag die ganze Last 3000 bis 3500 Pfunde betragen. Der Wagen wird an einer eisernen Kette gezogen, deren Glieder 3½ Zoll lang und ½ Zoll dick sind. Die Förderung geschieht mittelst eines Wasserrades. Die Förderung ist eintrümig; das gefüllte, heraufgezogene Gefäß muß daher nachher durch sein eigenes Gewicht wieder harabgelassen werden, wozu eine Bremsvorrichtung angebracht ist. In 24 Stunden werden etwa 25 bis 26 Wagen zu 20 Zentner Erze gefördert; bei Tage, wo alles regelmäßig geht, können in 12 Stunden, 15 bis 16 Wagen gefördert werden.

Das Gewicht der schweren eisernen Ketten ist der Förderung um so nachtheiliger, da es durch nichts im Gleichgewicht erhalten wird; auch reißt häufig ein Kettenglied,

wodurch häufige Beschädigungen und Störungen der Förderungen veranlaßt werden.

Geneigte Ebenen auf dem Tavistock-Kanal.

Zwei englische Meilen weit von Tavistock in Devonshire liegt die Kupfergrube Wheal-Crebor. Der seit neun Jahren vollendete Tavistock-Kanal, welcher die Tavy mit dem Tamer verbindet, geht bei dieser Grube vorbei, so wie bei der Grube Crowndale, die eine Meile südlich von Tavistock und wo sich Koak-Oefen und eine Zinnschmelzhütte befinden.

Der ganze Kanal ist über Tage $2^1/_2$ Meilen, und unterirdisch, als schiffbare Strecke, $1^1/_2$ Meilen engl. lang. Ausserdem hat er bei seiner Vereinigung mit dem Tamer, einen Bremsberg, 120 Fathoms (105 Preuß. Lachter) lang, und $240^1/_2$ Fuß engl. seiger hoch, oder unter einem Winkel von $15^2/_5{}^0$ geneigt, und zwei Seitenarme, von denen der erste unweit Wheal-Crebor, $1^1/_2$ Meilen lang, zu den Dachschieferbrüchen bei Millhill führt, der zweite hingegen, auf der andern Seite der schiffbaren Strecke, hat nur eine Länge von $^1/_4$ Meile. Die Breite des Kanals beträgt an der Oberfläche 16 Fuß engl. auf der Sohle 9 Fuß, die Wassertiefe $3^1/_2$ Fuß. Die Strecke da, wo der Kanal unterirdisch durch den Berg geht, ist an seinem Eingange 9 Fuß hoch, $6^1/_2$ Fuß breit, in eliptische Maurung gesetzt; die Maurung ist indessen nicht lang, sondern der größte Theil der Strecke soll in festem Gestein stehen. Die gesammte Kanal-Anlage wurde in 14 Jahren vollendet und kostetete 70,000 Pfund Sterlinge. Er giebt gegenwärtig etwa 500 Pfund Sterlinge jährlichen Reinertrag, was nur $^5/_7$ Procent des Anlage-Kapitals ausmacht. Die Kanal-Compagnie unterhält blos den Kanal und die damit in Verbindung stehenden Bremsberge und Maschinerie, diejenigen, welche sich des Kanals bedienen, müssen alles Geräth selbst anschaffen. Die Tonne (20 Zentner) Kalkstein, zahlt für die Benutzung des Kanals 6 Pence

(5 Sgr. 3 Pf.) Zinn und Kupfer 18 Pence (15 Sgr. 9 Pf.) und Kohlen 20 Pence (17 Sgr. 5 Pf.)

Weil durch das häufige Anstoßen in der schiffbaren Strecke, die hölzernen Boote sehr beschädigt werden und bedeutende Reparaturen veranlassen, so hat man mit vielem Vortheil Boote von zusammen geschmiedeten Eisenblechen eingeführt. Die Bleche sind knapp $^1/_4$ Zoll dick; das Boot ist 30 Fuß lang, $4^1/_2$ Fuß breit, $2^1/_2$ Fuß tief, und faßt etwa $4^1/_2$ Tonne (90 Zentner) Ladung. Das Gewicht des Bootes soll $1^1/_2$ Tonnen (30 Zentner) betragen, eine Angabe, die indessen zu geringe, — und die Kosten der Erbauung 60 bis 70 Pfund Sterling (420 bis 490 Thaler). Der obere Rand des Bootes ist mit einer 3 Zoll breiten, $^5/_8$ Zoll starken Schiene eingefaßt, der Boden mit Holz belegt, das Steuerruder von Eisenblech; zwei geschmiedete eiserne Queranker dienen, die Seitenwände des Bootes zu halten. Der cubische Inhalt des Bootes kann zu etwa 300 Cubicfuß berechnet werden. Das Boot geht mit 5 Gefäßen, deren Gewicht zu 200 Pfund, also zu 1000 Pfund angenommen werden kann. 12 Zoll im Wasser verdrängen etwa 120 Cubicfuß Wasser, im Gewicht gleich 7200 Pfund. Das Gewicht des Bootes würde daher 6200 Pfund oder nahe 3 Tonnen sein.

Derjenige Seitenarm des Kanals, der von Wheal-Crebor nach dem Schieferbruche bei Millhill führt, hat eine Höhe von $19^1/_2$ Fuß engl. zu überwinden. Es würde dies durch zwei Schleusen möglich zu machen gewesen sein, allein der obere Theil des Kanals hat so wenig Wasser, daß die Schleusen hätten nicht gespeißt werden können. Man hat daher einen $70^1/_2$ Zoll breiten, 156 Fathoms (136 Lachter Pr.) langen gußeiseren deutschen Schienenweg angelegt, welcher $19^1/_2$ Fuß, $1^1/_2$ Zoll pro Fathom (à 6 Fuß engl.) oder $1^\circ\ 11'\ 37''$ ansteigt.

Ein etwa 20 Fuß langer Wagen geht auf diesem Schienenwege, und kann so tief in das Wasser herabgelassen werden, daß das Boot auf denselben herabfährt, worauf Ladung und Wagen und Boot zusammen etwa 8 Tonnen, von 3

Pferden, von einem Theile des Kanals in den andern gebracht werden. Das leere Boot wird von einem Pferde heraufgezogen, so wie auch beladen herabgezogen. Die Schienen sind 8 Fuß lang, ohne Spurrippe $3\frac{1}{2}$ Zoll breit, 1 Zoll stark; die Spurrippe ist 1 Zoll hoch, unten 1 Zoll oben $\frac{1}{4}$ Zoll stark. Jede Schiene hat 3 oblonge Löcher, womit dieselbe auf hölzernen starken Stegen, welche 3 Fuß weit auseinander liegen, aufgenagelt ist.

Der etwa 20 Fuß lange Wagen, besteht aus einem starken Bohlengerippe; die Räder sind von Gußeisen und haben 24 Zoll Durchmesser, ganz scheibenartig und nur $\frac{3}{4}$ Zoll stark. Die Construction ist derjenigen ganz ähnlich, welche für die Räder der Förderwagen auf der Grube Wheal-Crebor angewendet ist, und nach derselben Methode eingerichtet, welche bei den Förderungen auf der Grube Whingill bei Whitehaven bereits beschrieben worden ist.

Das Rad hat eine nach vorn geschlossene Büchse und eine 6 Zoll lange Nabe. Auf die Rückseite des Rades wird, mit vier kleinen Bolzen, eine runde Platte mit vier Ansätzen aufgeschraubt, durch welche die schmiedeeiserne, 2 Zoll starke Achse hindurch geht, und deren Oeffnung $2\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser und kleiner ist, wie der vordere der Büchse, welcher 3 Zoll Durchmesser hat. Die Achse, welche in dieses Rad gesteckt wird, ist, 3 Zoll vom Ende, $\frac{1}{4}$ Zoll tief eingeschnitten; in diese Vertiefung wird ein $\frac{3}{4}$ Zoll dicker, und $1\frac{3}{4}$ Zoll breiter, aus 2 Hälften bestehender messingener oder eiserner Ring gelegt. Zuerst wird das Vorschraubestück auf die Achse gesteckt, dann der aus 2 Hälften bestehende Ring um die Achse gelegt, dann das Rad aufgesteckt und das Vorlegestück befestigt. Eine kleine Oeffnung in der Büchse, die durch einen Stift verschlossen wird, dient als Schmierloch. Wenn diese Räder genau gearbeitet sind, und alles gehörig abgedreht; so müssen dieselben sehr gut gehen, und die Schmiere lange halten können.

In dem Schieferbruche bei Millhill befindet sich ein geneigter gußeiserner Schienenweg, auf welchem mittelst eines

einfachen Pferdegöpels, die mit Schiefer gefüllten Wagen heraufgezogen, und die leeren Wagen herabgelassen werden. Der Schienenweg hat 44 Zoll Spurweite; die Schienen sind, ohne die $^{11}/_{12}$ Zoll hohe, unten $^{1}/_{2}$ Zoll starke Spurrippe, 3 Zoll breit und $^{7}/_{12}$ Zoll stark. Der Wagen hat gußeiserne Räder von 19 Zoll Durchmesser, mit einem 1 Zoll breiten Radkranze; 8 Speichen und einer 7 Zoll langen Nabe. Der Kasten des Wagens ist von Holz, und ruht auf einem Holzblock; er ist zum Auskippen vorgerichtet und dreht sich um eine horizontale Achse. Ein eiserner Hacken hält ihn während der Förderung, wenn dieser aushängt, läßt sich der Kasten umkippen und leicht entladen.

Da, wo der Tavistock-Kanal bei Morvilleham endigt, liegt er 240$^{1}/_{2}$ Fuß engl. über dem Fluthstand, im Bette des Tamer, denn die Fluth steigt von Plymouth, wo die Tamer sich in das Meer ergießt, noch bis hier herauf.

Von dem Kanal geht ein 120 Fathoms (720 Fuß engl. langer Bremsberg bis zum Flusse herab. Unten am Flusse liegen mehrere Waarenhäuser, eine Mühle, auf welcher Mangan-Schliche gemahlen werden, mehrere Kalköfen und große Stadeln für die Kupfererze. Diese letzteren liegen so an dem Abhange des Berges, daß von dem Bremsberge ein Schienenweg zu denselben hinabführt, und die Erze von jeder Grube durch Rollöcher in besondere Stadeln gestürzt werden können. Der Bremsberg hat zwei Trümmer, von denen das eine Trum bis nahe auf das Niveau des Flusses, das andere aber nur bis 30 über diesem Punkte herabführt. Oben an dem Endpunkte des Kanals ist ein Wasserrad, durch welches die leeren Wagen den Bremsberg wieder heraufgezogen werden. Jedes Trum kann allein arbeiten. Das Wasserrad ist einfach und kann nur nach einer Seite arbeiten. Die beiden Trume des Schienenweges liegen 35 Zoll von einander entfernt und haben 46 Zoll Spurweite. Die Schienen sind 69 Zoll lang, einschließlich der Spurrippe 3$^{1}/_{2}$ bis 4 Zoll breit; $^{3}/_{8}$ bis $^{5}/_{4}$ Zoll stark; die Spurrippe ist 2 Zoll hoch, unten $^{1}/_{2}$ bis $^{7}/_{12}$ Zoll und oben $^{1}/_{4}$ bis $^{1}/_{3}$ Zoll stark.

An jedem Ende ist die Schiene mit einem viereckigen ¾ Zoll weitem Loche versehen, um mit Nägeln auf hölzerne Stege, oder steinerne Unterlagen befestigt zu werden. An sehr schmutzigen Stellen des Weges am Tamer-Flusse und quer über Fahrwege weg, liegen rinnenartige Schienen; dieselben sind 34½ oder 69 Zoll lang, 3½ bis 4 Zoll breit, inwendig 1¼ bis 1½ Zoll tief; ½, ⅔ bis ¾ Zoll im Boden stark; oben 2¼ bis 2¾ Zoll breit.

Der Wagen ist von Eisenblech, mit Verstärkungen von eisernen Schienen. Er hat ungleiche 15 Zoll hohe Vorder- und 18 Zoll hohe Hinterräder und ist zum Ausstürzen vorgerichtet. Er wird an einer eisernen Kette heraufgezogen und heruntergelassen, deren Glieder 4 bis 4¼ Zoll lang, 2½ Zoll breit und ½ Zoll dick sind. Diese Kette läuft auf eisernen, in der Mitte der Bahnen liegenden Friktionsrollen, hohlen 7½ Zoll Durchmesser haltenden, 18 Zoll langen und mit 1½ Zoll vorstehenden Kränzen versehenen Cylindern, welche mit einer 25½ Zoll langen geschmiedeten Achse versehen und inwendig ganz mit Holz ausgefüttert sind. Wenn die Wagen oben am Ende des Schienenweges angekommen sind, ist eine Vorrichtung angebracht, mittelst welcher die Wagen selbst die Achse mit dem Seilkorbe ausrücken, so daß das Wasserrad sich allein bewegt, ohne den Wagen weiter fortzuziehen. Das Wasserrad ist oberschlächtig, 28 Fuß hoch, 4 Fuß breit, es setzt mittelst konischer Räder eine schiefstehende Welle in Bewegung, durch welche, ebenfalls mittelst konischer Räder, die Welle bewegt wird, an welcher der 6 Fuß im Durchmesser haltende und 2 Fuß breite Seilkorb und das Bremsrad für das eine Trum des Bremsberges befindlich sind. Durch diese Welle kann eine andere ähnliche Welle, durch Getriebräder, für das andere Trum bewegt werden; diese Welle läßt sich durch eine einfache Vorrichtung ein- und ausrücken.

An dem obern Ende des Bremsberges befindet sich eine Plattform, welche in derselben Neigung wie der Bremsberg liegt. Sobald der Wagen darauf kommt, so drückt er durch

sein Gewicht dieselbe in eine horizontale Lage herab. Diese Plattform ist, mittelst einer eisernen Stange, mit einem darunliegenden Hebel verbunden, durch den eine Zugstange bewegt wird, welche einen Hebel trägt, auf welchem das Zapfenlager der Welle des Seilkorbes ruht, und welches daher, wenn die Plattform sinkt, in die Höhe gehoben wird, und dadurch außer Verbindung mit dem konischen Rade, an der schief stehenden Achse kommt, von dem die Bewegung des Seilkorbes ausgeht. Zur Erleichterung dieses Ausrückens, zieht an dem Hebel ein Gegengewicht mittelst einer Kette. Außerdem ist an dem Hebel eine eiserne Stange mit einem Handgriff, so daß durch dieselbe der Maschinenwärter, ebenfalls zu jeder Zeit die Welle des Seilkorbes ausrücken kann.

Die Bremse besteht aus einem obern und einem untern Backen, welche gleichzeitig durch einen Hebel zusammengezogen werden. Derselbe ist um eine eiserne Achse beweglich, mit dem untern Bremsbacken durch eine Kette verbunden, mit dem obern durch eine eiserne Zugstange und einen kleinen Hebel, dessen Ende den oberen Bremsbacken herunter drücken, wenn die Zugstange in die Höhe geht. Am entgegengesetzten Ende sind die Bremsbacken durch eine eiserne Stange verbunden; um einen Zapfen in derselben ist die untere beweglich, welche außerdem noch durch die Verbindung zweier eiserner Stangen an dieser Seite niedergedrückt wird, und Freiheit zu einer kleinen Bewegung erhält.

Vor jedem Trum liegt eine große Drehscheibe horizontal, in deren Niveau die Plattform durch das Gewicht des Wagens gedrückt wird, wodurch die Wagen auf einen Schienenweg gebracht werden, der gleich in der Nähe mit zwei Ausweichungen versehen ist, und nach dem Kanal führt.

Bremsberg von dem Shropshire-Kanal nach der Severn, unweit Coalbrokdale.

Etwa 2 Meilen unterhalb Coalbrokdale vereinigt sich der Shropshire-Kanal mit der Severn durch einen 793 Fuß lan-

gen Bremsberg mit 207 Fuß senkrechtem Fall und einer Neigung von $15^1/_8{}^0$. Der darauf liegende Schienenweg ist von Gußeisen; nach Art der Tramroad's construirt. Die Schienen sind die schwersten und stärksten der Art, welche die Herren v. Oeynhausen und v. Dechen gesehen haben; außerdem liegen sie auf 14 Zoll breiten und starken hölzernen Straßbäumen und diese auf hölzernen Stegen. Nächstdem ist die ganze geneigte Ebene gut gepflastert; der Weg hat 3 Reihen von Schienen, so daß er zwei Bahnen mit einem gemeinschaftlichen Mittelstrange enthält; und in der Mitte des Weges wo der volle und leere Wagen mit einander wechseln, hat er 4 Schienenreihen und 2 gänzlich getrennte Bahnen. Bei der einen Bahn liegen die Spurrippen der Schienen inwendig, bei der andern auswendig, die Schienen sind 70 Zoll (ō Fuß englisch); ohne die $2^1/_2$ Zoll hohe und 1 Zoll starke Spurrippe, 7 Zoll breit und 2 Zoll stark; an dem einen Ende mit einer 5 Zoll breiten, $1^1/_2$ Zoll weit hervorragenden Spitze, auf der andern mit einem dazu passenden Ausschnitt versehen, außerdem an der Spurrippe mit einem Ansatze, welcher einen durchgehenden Holzflock aufnehmen soll, um je zwei Schienen mit einander zu verbinden, und dann noch mit 4 Löchern von 1 Zoll Quadrat, um dieselben auf die Straßbäume aufnageln zu können.

Die Verbindung der Schienen mittelst Holzpflöcke, ist nur selten angewendet, und eben so sind nur wenige Schienen in der Mitte der Spurrippe mit einer kleinen Versenkung versehen. In dem Wege liegen eiserne Rollen, über denen das Seil läuft.

Auf diesem Bremsberge werden die Kanalboote, welche auf den Shropshire-Kanal anlangen, herabgelassen. Zum Herablassen der Boote bedient man sich eines hölzernen Wagengestelles. Die meisten Kanalboote sind von Holz, im Lichten 18 Fuß lang, 5 Fuß 2 Zoll breit und $2^1/_2$ Fuß tief. Ein solches Boot wiegt leer etwa $1^1/_2$ Tonnen, und die größte Ladung beträgt etwa 5 Tonnen, wobei es noch

etwa 3 Zoll Bord hat. Die Ladungen bestehen in Kohlen und Eisen.

Das hölzerne Wagengestelle auf das die Boote gestellt werden, ist ganz einfach construirt. Auf den beiden äußern Gestellbäumen stehen 5 Fuß hohe Pfosten, welche durch Streben befestigt sind, und oben durch einen starken eisernen Anker verbunden, der mit 3 Oesen zum Anschlagen der Kette versehen ist. Das Gestelle hat 2 große Vorräder von 27 Zoll Durchmesser und zwei kleine Hinterräder von 16 Zoll Durchmesser, die eine innere Spurweite von 43 Zoll haben und 6 Zoll breit am Rande, 10 Zoll lang in der Nabe sind und ganz unter demselben liegen. Außerhalb des Wagens sind noch zwei Außenräder an derselben Achse mit den kleinen Hinterrädern, von 24 Zoll Durchmesser mit den Spurkränzen und 78 Zoll Spurweite, welche, wenn der Wagen aus dem Kanal auf den Damm des Bremsberges gezogen wird, auf einem eigends für sie gelegten Schienenweg laufen, und dazu dienen, daß der Wagen, ohne anzustreifen, den höchsten Punkt des Dammes überschreiten kann.

Das Gewicht des Wagengestelles beträgt . .	2 Tonnen.
und des Bootes mit seiner Ladung . . .	6½ „
also das gesammte Gewicht	8½ Tonnen.

oder 170 Centner. In 12 Stunden können etwa 100 Boote herabgelassen werden.

Auf dem höchsten Punkte des Bremsberges und auf dem Rücken, welchen derselbe mit der kurzen, nach dem oberen Theile des Kanales hinwärts geneigten Ebene bildet, stehet eine 16 zöllige Dampfmaschine, welche dazu dient, die Wagen mit den Kanalbooten aus dem obern Theile des Kanales über den Rücken wegzuziehen, und die den Bremsberg heraufkommenden Wagen, den letzten Theil vollends herauf zu ziehen, wenn der volle Wagen schon unten mit dem Boote in das Wasser taucht und daher so viel am Gewicht verliert, daß er nicht mehr im Stande ist, den leeren Wagen wieder in die Höhe zu ziehen.

An der Achse der Dampfmaschine befindet sich ein klei-

nes Getrieberad von 24 Zähnen, welches in ein großes Rad mit 96 Zähnen greift, auf dessen Achse der Seilkorb von 7 Fuß Durchmesser mit dem Bremsrade für den großen Bremsberg befindlich ist. Das kleine Getrieberad kann durch einen in dem Maschinengebäude angebrachten Zug ein- und ausgerückt werden, so daß sich die Maschine und der Seilkorb unabhängig von einander bewegen. Die Seile gehen von diesem Korbe über eiserne Seilscheiben von 6 Fuß Durchmesser und 5 Zoll Breite, und dann unter dem Korbe weg, nach dem Bremsberge; die Seilscheiben hängen schon senkrecht über dem obern Kanaltheile, und so können die Wagen über den Rücken vorgezogen werden.

An der Achse der Dampfmaschine befindet sich ausserdem ein Getriebe von 40 Zähnen, welches in ein Zahnrad von 96 Zähnen, das einem Zwischengelege angehört, eingreift, welches auf einer besondern Achse befestigt ist, worauf auch ein Getriebe von 28 Zähnen sich befindet. Diese Zwischenachse hat ein Pfannenlager, inwendig im Maschinengebäude, welches mittelst eines Hebels ein- und ausgerückt, so daß nach Gefallen diese Zwischenachse in Bewegung oder Ruhe versetzt werden kann. Das Getriebrad von 28 Zähnen, welches an der Achse eines kleinen Seilkorbes und Bremsrades befestigt ist, durch welchen Seilkorb mit einer Kette, die Kanalboote aus dem oberen Kanaltheile auf die Höhe des Bremsberges gezogen werden. Die Manipulation beim Bremsen ist folgende: Sobald der volle Wagen unten angekommen, wird von einem Arbeiter das beladene Boot von dem Wagen abgeschlagen und in den Kanal gestoßen und dagegen ein leeres Boot heraufgeführt und angeschlagen. Das volle heruntergehende Boot zieht das leere nicht ganz herauf, indem der Schienenweg unten ganz flach in den untern Kanal geht, und das volle Boot, so wie es ins Wasser taucht, zu viel am Gewicht verliert. Sobald das leere Boot stille steht, öffnet ein Arbeiter die Bremse des großen Seilkorbes ganz, während ein anderer schon die Maschine mit demselben Seilkorb in Verbindung gesetzt hat, und diese anläßt, um das Boot

vollends herauf und über den Rücken des Bremsberges herüber zu ziehen. Sobald das Boot über dem Rücken gelangt ist, geht es langsam auf dem Schienenwege in den obern Kanal. Der große Seilkorb wird dann außer Verbindung mit der Maschine gebracht, die Maschine stille gestellt, und beide Arbeiter schlagen das leere Boot von dem Wagen ab, und ein volles dagegen an, und hängen den Wagen an die Kette des kleinen Seilkorbes. Diese Kette ist während der Zeit abgewickelt worden, daß die Maschine das leere Boot auf den Rücken heraufgezogen hat, in welcher Zeit auch dieses Seilkorb mit der Maschine in Verbindung gesetzt war. Sobald das volle Boot angeschlagen ist, wird die Maschine angelassen, und durch den kleinen Seilkorb mit der Kette das volle Boot aus dem Kanal auf den Rädern des Bremsberges heraufgezogen. Der eine Arbeiter steht an der Maschine, der andere an der Bremse. Sobald das Boot herüber ist, faßt das Seil des großen Seilkorbes, und mittelst der Bremse wird das volle Boot herabgelassen. Die Maschine wird stille gestellt, der kleine Seilkorb außer Verbindung mit der Maschine gebracht, und der Arbeiter, welcher dieses gethan, schlägt die Kette dieses Seilkorbes von dem Wagen ab, und nun fängt das Herunterbremsen an, welches so lange dauert, bis das volle Boot in das Wasser des untern Kanals taucht. Inzwischen hat ein Arbeiter Zeit, die Feurung der Maschine zu besorgen und die Boote so in Ordnung zu bringen, daß beim Anschlagen derselben keine Zeit verloren geht. Der Arbeiter am untern Kanal ist zugleich mit Ausladen u. s. w. beschäftigt, indem das An = und Abschlagen der Boote nur wenig Zeit erfordert. Eine Tonne Kohlen kostet zu Calport auf dem untern Kanal 8 Schill. (2 Rth. 24 Sgr.) oder eine Pr. = Tonne zu 4 Schäffel (16 Sgr. 9 Pf.) ein sehr niedriger Preis, wenn man berücksichtigt, daß die Kohlen von den Gruben schon mehrere Meilen weit herkommen.

Säumtliche Verbindungsräder der Bremsvorrichtung und der Seilkörbe sind aus 2 Theilen gegossen, welches das Aufkeilen derselben auf die Achsen, zumal bei vorfallenden

Brüchen, sehr erleichtert. Die Achsen sind von Gußeisen 4 Zoll im Quadrat, die Zapfen 3½ Zoll Durchmesser, die Räder 3 Zoll im Theilriß. Der Krummzapfen der Maschine hat 18 Zoll. Das Seil, an dem die Wagen herabgelassen werden, hat 3½ Zoll Durchmesser.

Der große Seilkorb macht bei einem Umgange der Maschine ¼ Umdrehung und der kleine 7/48 oder nahe 1/7 Umdrehung. Tredgold giebt die Länge dieses Weges zu 1050 Fuß an; außerdem führt er an, daß der Shropshire-Kanal noch zwei andere Bremsberge habe; der zweite von 1800 Fuß Länge und 126 Fuß Fall, oder eine Neigung von etwas über 4°; der dritte von 1050 Fuß und 120 Fuß Fall, oder eine Neigung von 7⅙ Graden.

Achtes Kapitel.

Feststehende Dampfmaschinen, und Bewegung auf den Bahnrampen [1]).

Um beladene Wagen einen so steilen Abhang hinauf zu ziehen, auf welchem Dampfwagen nicht mehr wirken können; bedient man sich der Dampfkraft auf eine andere, folgender Maßen regulirte Weise.

In geringer Entfernung vom Gipfel der Rampe ist eine Trommel von 4¾ bis 12¾ Fuß im Durchmesser und nach Erforderniß der Länge des Seils etwa 4¾ Fuß lang angebracht, so wie die Fig. 153 zeigt. Die Are dieser Trommel liegt horizontal, senkrecht auf die Richtung der Schienen und so hoch, daß die Wagen unter der Trommel hindurch fahren können. Die Trommel ist mit einem gezahnten Rade verbunden, in welches ein Drehling greift, dessen Achse mit einem Schwungrade und einer Bremse, durch die Kurbel einer Dampfmaschine umgedreht wird. Die Trommel kann sich auf

1) Nach Minard.

ihrer cylindrischen Achse, von einem Ende bis zum anderen, frei drehen, und parallel mit der Länge der Achse gleiten. Die Bewegung der Achse ist mittheilend, oder unabhängig, je nachdem die Zähne an dem einen oder dem andern Ende der Trommel eingreifen, oder nicht. Sie wird auf der Achse durch einen Arbeiter vermittelst eines Hebels verschoben.

Wenn die Eisenbahn einfach, so ist sie auf der Rampe, nach Fig. 148 eingerichtet. Am Fuße des Abhanges befinden sich zwei Bahnen, auf welchen die Wagen stehen und sich kreuzen können; auf der Rampe selbst ist nur eine Bahn, und auf der Plattform des Gipfels, zwischen dem höchsten Punkte des Abhanges und der Maschine, befinden sich wieder zwei Bahnen, deren eine ein wenig in der Richtung des Abhanges geneigt, die andere horizontal ist (Fig. 153). Befinden sich nun die beladenen Wagen, nebst dem einen Ende des Seils, unten, so hackt man solches an die Wagen; die Trommel wird angeschoben und die Dampf-Maschine in Bewegung gesetzt. Die Trommel dreht sich um, wickelt das Seil auf, und zieht die Wagen in die Höhe. Oben angelangt, hackt man das Seil los; die Wagen setzen ihre Bewegung auf der Plattform noch mit der erlangten Geschwindigkeit in der Bahn rechter Hand fort, und bleiben darauf dort, bis sie ihre Fahrt weiter verfolgen. Während die beladenen Wagen hinauffuhren, sind die leeren Wagen bis unter die Trommel gebracht worden; von da werden sie mit den Händen auf die Plattform der Bahn linkerhand geschoben, welche, um die Bewegung der Wagen zu befördern, ein geringes Gefälle nach dem Abhange hin hat. So wie man das Seil von den beladenen, heraufgekommenen Wagen gelöst hat, hackt man es an die leeren Wagen. Man löst die Trommel und treibt die leeren Wagen nach dem Abhange hin. Die Schwere zieht sie fort, die Trommel dreht sich frei um die feste Achse, und die Wagen fahren hinunter, das Seil mit sich ziehend.

Wenn ein stärkerer Verkehr auf der Straße eine doppelte Bahn erfordert, so sind zwei Trommeln, d. h. für

jede Bahn eine vorhanden. Sie drehen sich in einerlei Richtung um; aber um die eine Trommel wickelt sich das Seil von oben, um die andere von unten. Die Anordnung der Schienen ist die nämliche, wie bei den Bremsbergen (Fig.150.)

Statt zweier Trommeln kann man auch, wie bei den Bremsbergen, eine große Rolle machen, welche von der Dampfmaschine, vermittelst Winkelräder in Bewegung gesetzt wird. Diese einfachere und wohlfeilere Einrichtung erfordert aber, daß die Reibung des Seils auf der Rolle stärker sey, als das Uebergewicht der beladenen Wagen über die leeren, weil sich sonst die Rolle drehen würde, ohne die Wagen und das Seil fortzuziehen.

Ist das Gefälle des Bahn-Abhanges, oder das Gewicht der herabfahrenden Wagen so schwach, daß dieselben das Seil nicht fortziehen können, so fügt man zu der obigen Anordnung noch eine große Rolle am Fuße des Abhanges hinzu, um welche ein zweites Seil läuft, dessen eines Ende an den hintersten herrauffahrenden Wagen, das andere Ende an den vordersten leeren Wagen befestigt ist. Vermittelst dieses Seils zieht dann die Dampfmaschine zugleich auch die herabfahrenden Wagen fort; und zwar wechselseitig auf den beiden Bahnen (Fig. 149).

Eine ähnliche Einrichtung findet man, um die beladenen und die leeren Wagen, zugleich oder abgesondert, auf den Bahn-Abhängen der Straße von St. Helens und des großen Tunnels von Liverpool (Fig. 154.) herauf- oder herabzuziehen. Ein Seil ohne Ende, welches wir, als von einem Punkt O ausgehend betrachten wollen, ist mitten auf eine der beiden Bahnen gelegt, geht unter der Erde und nach M fort, und umschließt bis K einen Theil der obern Kehle einer Rolle B mit zwei Rinnen von $9^1/_2$ Fuß im Durchmesser. Von K läuft das Seil nach R, in die obere Rinne der Rolle C, welche zwei Rinnen von $6^2/_3$ Fuß im Durchmesser hat; von R läuft es nach S und darauf halb um die Rolle D, von gleichem Durchmesser wie C. Von I kommt es, in den untern Rinnen der Rollen C und B, nach N und G zurück, diagonal

seine erste Richtung kreuzend, umfängt die Rolle R von G nach T, läuft über die Oberfläche des Bodens hin, folgt der Mittel-Linie der zweiten Bahn, geht unter die Erde am Fuße des Abhanges, kommt, nachdem es den halben Umfang H P der Rolle A, von 9½ Fuß Durchmesser, umgeben hat, wieder hervor, und gelangt so endlich wieder nach O. Dieses Seil, dessen Länge mit dem Feuchtigkeitsgrade der Luft und durch den Gebrauch veränderlich ist, wird durch ein Gegengewicht E, welches in eine Grube hinabsteigen kann, in stets gleicher Spannung erhalten. Vermittelst der verticalen Rolle U wirkt es auf den Mittelpunkt der Rolle D, die, auf einem Wagen befestigt, der auf den Schienen rollt, allen Verlängerungen und Verkürzungen des Seils folgt. Eine auf dem Gipfel der Rampe stehende Dampfmaschine, dreht die Rolle B vermittelst konischer Räderwerke um. Dadurch bekommt das Seil, dessen Reibung durch das beschriebene System von Rollen sehr vergrößert wird, eine stetige Bewegung, und zwar auf den beiden Bahnen in entgegengesetzter Richtung. Um einen Wagenzug herauf zu ziehen, dient ein anderes, kleineres Seil, dessen eines Ende an dem ersten herrauffahrenden Wagen befestigt ist, während das andere, umgeben und stark gepreßt von dem großen Seile, daran durch die Reibung festhält und deßhalb seiner Bewegung folgt.

Wenn in der Linie einer Eisenbahn eine Anhöhe liegt, deren Gipfel schmal genug und deren Abhänge stark genug sind, daß die leeren Wagen das Seil herabzuziehen vermögen, so ist nur eine, von einer Dampfmaschine in Bewegung zu setzende, Trommel nöthig. Hat die Straße in diesem Falle nun eine Bahn, so legt man zwei Bahnen, nämlich auf jede Seite der Anhöhe, am Fuße derselben, eine; auf die Abhänge selbst aber nur eine Bahn, und auf den Gipfel wieder zwei Bahnen, mit geringen Gefällen in entgegengesetzter Richtung. Befindet sich nun ein Wagenzug an dem einen Fuß der Anhöhe, wohin das Seilende hinabgezogen worden, so hackt man es an den ersten der heraufzuziehenden Wagen. Die Trommel wird eingeschoben, und man läßt die Dampf-

maschine die Wagen heraufziehen. Sowie dieselben aber angelangt sind, hält man die Maschine an und hackt das Seil los; die Wagen werden mit den Händen fortgeschoben und rollen nun, mit Hülfe des schwachen Gefälles, auf dem Gipfel leicht bis zum Anfange des andern Bahn-Abhanges fort. Während ihrer Bewegung dorthin, die mit geringer Geschwindigkeit erfolgt, hackt man das heraufgezogene Ende des Seils an den hintersten Wagen, löset die Trommel, und treibt vollends den Wagenzug nach dem Anfange des andern Abhanges, auf welchem nun die Wagen hinabrollen, und das Seil mit sich fortziehen, welches sich von der frei auf der Welle sich drehenden Trommel abwickelt. Hat die Straße eine doppelte Bahn, so müssen zwei Trommeln vorhanden seyn. Die Schienen werden dann auf den Abhängen so gelegt, wie in dem Falle, wenn die Abhänge selbstwirkend sind.

Man kann auch der Wirkung der Dampfmaschine diejenige des Gewichtes der hinabfahrenden Wagen zu Hülfe kommen lassen: auf die Weise, wie es auf der doppelten Bahn zu Brüsselton geschieht. Einer der Bahn-Abhänge daselbst ist 422⅔ Ruthen lang und hat 1 auf 33 Gefälle; der andere ist 200 Ruthen lang, und hat 1 auf 30½ Gefälle; der Gipfel der Anhöhe ist ungefähr 26½ Ruthen lang. Am Fuße der Rampen und auf dem Gipfel befinden sich zwei Bahnen mit schwachen, entgegengesetzten Gefällen (Fig. 152). Auf den Abhängen selbst ist die Bahn nur einfach. Die Bahn auf dem kürzern Abhange bildet beinahe einen Kreisbogen, von etwa 207 Ruthen Halbmesser. Der längere Abhang, der nach den Bergwerken zu liegt, wird immer von beladenen Wagen bestiegen, und leere Wagen fahren denselben hinab. Auf dem kürzeren Abhange verhält es sich umgekehrt. Zwei Trommeln, auf einer und derselben gußeisernen Achse von 9⅔ Zoll Durchmesser unverschiebbar befestigt, werden durch eine Dampfmaschine von 60 Pferden Kraft, die in der Mitte des Gipfels steht, in Bewegung gesetzt. Die eine Trommel, 13 Fuß 9½ Zoll im Durchmesser, correspondirt mit dem längern, die andere, 6 Fuß 4½ Zoll im Durchmesser, mit dem

kürzern Abhange. Die Umfänge der Trommeln verhalten sich ungefähr, wie die Länge der Abhänge, damit die Wagen diese Länge in gleichen Zeiten durchlaufen können. Die Trommeln drehen sich nach einerlei Richtung um; aber während sich das Seil auf die eine aufwickelt, wickelt es sich von der andern ab. Die Geschwindigkeit kann vermittelst einer, mit der Trommel concentrischen Hemmung von 20 Fuß 8 Zoll im Durchmesser, ermäßigt werden. So wie nun ein Zug von 12 Wagen den einen Abhang ersteigt, führt ein gleicher Zug von 12 andern Wagen den andern Abhang hinab. Wenn der zweite am Fuße des Abhanges angelangt ist, befindet sich der erste am Gipfel, in H. Von da treibt man ihn, mit Hülfe des schwachen Gefälles der Bahn H B, und nachdem das große Seil abgehackt worden, leicht mit den Händen nach B C, wo er stehen bleibt. Nun wird das abgehackte große Seil an den hintersten der 12 leeren Wagen befestigt, die während der vorigen Bewegung in D E gestanden haben; das Ende des herabgezogenen kleinen Seiles aber wird an den vordersten der 12 anderen leeren Wagen gehackt, welche hinaufgezogen werden sollen. Man schiebt den Wagenzug D E nach dem Anfange des großen Abhanges, setzt die Dampfmaschine in Bewegung, und schafft so die 12 leeren Wagen den obigen Abhang hinab, während die 12 andern den kleinen Abhang heraufgezogen werden. Nachdem diese letztern in G angelangt sind, während die ersten nach dem Fuße des längern Abhanges kamen, schiebt man die Wagen, mit Hülfe des schwachen Gefälles G E und nachdem die Maschine angehalten und das kleine Seil gelöset worden ist, mit den Händen leicht nach D E, wo sie bis zur Fortsetzung ihrer Fahrt warten. Das abgehackte Ende des kleinen Seils wird an den letzten der 12 Wagen gehängt, die in B C geblieben waren. Das herabgezogene Ende des großen Seils aber wird an den vordersten derjenigen 12 Wagen gehackt, die heraufgezogen werden sollen. Man schiebt den Wagenzug B C nach dem Anfange des kürzeren Bahn-Abhanges, setzt die Dampfmaschine in Bewegung, und die 12 beladenen Wagen fahren

den kürzeren Abhang hinab, während die 12 anderen den längern Abhang hinaufgezogen werden. So geht es wechselseitig weiter.

Herr Minard hat beobachtet, daß zu Brüsselton 12 Wagen, mit einer Geschwindigkeit von etwa 9¼ Fuß, den längern Abhang hinauf gezogen wurden. Zum Ab- und Anhacken der Seile waren etwa 3 Minuten Zeit erforderlich; also können täglich in 12 Stunden, etwa 30 Auf- und Abfahrten gemacht werden; was auch ungefähr dem Verkehr auf der Darlingtoner Straße entspricht, der jetzt jährlich aus 8 bis 10 hunderttausend Zentner Steinkohlen bestehen soll.

Wenn man zwei ganz gleiche Abhänge und zwei gleiche Trommeln annimmt, und von dem Gewichte der Seile abstrahirt, so wird in jedem Augenblicke der Bewegung das Gleichgewicht stattfinden, und es wird kein anderer Widerstand, als der der Reibung, zu überwinden seyn; allein dieser Widerstand kann gleichwohl sehr beträchtlich seyn. Auf der Straße von Roaune, wo man bei den Abhängen von Nullize, die ungefähr in dem angenommenen Falle sind, mit einem Roßwerke auszureichen gedachte, hat man müssen eine Dampfmaschine von 25 Pferden Kraft ausstellen.

Wäre die Neigung nicht so stark, daß das Seil von den leeren Wagen hinabgezogen werden kann, so müßte man am Fuße der Abhänge große horizontale Rollen anbringen, mit einem dritten Seil, welches an den vordersten hinabfahrenden und an den hintersten heraufffahrenden Wagen befestigt werden müßte.

Bei allen Abhängen ist es unumgänglich nothwendig, daß man die ganze Bewegung, vom Gipfel aus bis unten zu, übersehen könne, damit man die Bewegung nicht eher beginnen lasse, als bis alles dazu vorbereitet ist. Zu dem Ende giebt man mit einer am Fuße der Abhänge errichteten Art von Telegraphen Zeichen, und wenn, wegen zwischen liegender Hindernisse, diese Zeichen nicht gesehen werden könnten, giebt man das Signal durch einen Drahtzug mit Glocke.

So lassen sich starke Abhänge übersteigen. Auf folgende Weise lassen sich durch feststehende Dampfmaschinen die Fuhrwerke auf der ganzen Linie einer Eisenbahn fortschaffen.

Man theilt die Linie in einzelne Strecken von 530 bis 664 Ruthen lang, und setzt auf jede Strecke eine Dampfmaschine. Gesetzt, die Straße habe nur eine Bahn, und es seyen A B C (Fig. 151) drei Stationen, mit doppelter Bahn und drei Maschinen: so dreht jede Maschine zwei Trommeln, die auf einer und derselben Welle stecken. Jeder Wagenzug wird vorn von einem Seile gezogen und zieht ein Seil hinter sich. Es seyen D und E zwei Wagenzüge, die entgegengesetzter Richtung fahren. D nach der Richtung des Pfeils, wird durch das vordere Seil G und durch die Trommel S gezogen, die in B eingeschoben ist; zugleich zieht dieser Wagenzug das hintere Seil F, welches sich von der Trommel U abwickelt, die von der Maschine A abgelöset ist. In m angelangt, ändert sich die Bahn und geht nach n o, wo man die Seile hinten und vorn löset; der Wagenzug wird nun mit den Händen von o nach y geschoben, wo sich ein schwaches Gefälle befindet. In y hält man an. Ein anderer Wagenzug E durch das vordere Seil h und die eingeschobene Trommel T gezogen, zieht das hintere Seil i fort, welches sich von der gelöseten Trommel z abwickelt. So wie der Wagenzug nach p kommt, hackt man beide Seile los; der Zug gelangt auf die andere Bahn und rollt von selbst hinab, oder wird mit den Händen von p nach e k geschoben, wo sich ein schwaches Gefälle befindet. Er bleibt darauf in e k. Nun wird das Seil r hinten an den Zug D befestigt, der in y geblieben war und das Seil i vorn an denselben. Die Trommel T wird von der Maschine B gelöset und die wieder angeschobene Trommel z zieht den Wagenzug D nach sich. Ebenso wird das Seil g hinten an den Wagenzug E befestigt, der in e k geblieben war und das Seil F vorn an denselben. Die Trommel S wird von der Wirkung der Maschine B abgelöst; U wird für die Maschine A eingeschoben, und zieht so den Wagenzug E nach sich. Die beiden Wagenzüge werden so immer weiter

sich entfernen, durch die zusammengesetzte Wirkung anderer Maschinen über A und C hinaus, während andere ankommende Züge jener in der Station B begegnen.

Dieses ist das Bewegungs-System, welches man reciprocating nennt, von den einander entgegengesetzter Wirkungen der Trommeln.

Anstatt die beiden Trommeln jeder Maschine, eine nach der andern, sich bewegen zu lassen, kann man sie auch zugleich in Bewegung setzen. So können die Trommeln S und T zugleich die Wagenzüge E und D nach sich ziehen, an welche immer 2 Seile f und i hinten angehängt sind, welche ihnen folgen. Diese Wagenzüge begegnen sich dann unter den Trommeln der Maschine B. Man löset alle Seile, das hintere Seil eines Zuges wird zum vordern eines andern. Die Trommeln S und T werden beide gelöset, die eingeschobenen Trommeln U und Z werden in Bewegung gesetzt, und ziehen den Zug E nach A und den Zug D nach C; die Maschine B bleibt unthätig. Dieses System erfordert kräftigere Maschinen.

Die eine und die andere Art haben ihre Uebelstände. Bei erster Art muß jeder Wagenzug einen andern erwarten; bei der zweiten bewegen sich die Züge zwar immer fort, aber es bleiben stärkere Maschinen unthätig.

Bei dem wechselwirkenden Systeme liegt immer ein Seil auf der Mittellinie der Schienenbahn; und wo die Eisenbahn einer Heerstraße begegnet, muß das Seil gegen die Räder der Wagen und die Füße der Pferde gesichert werden. Zu dem Ende läßt man es in einer Art von hölzernem oder eisernen Gerinne (buse) laufen, dessen Obertheil auf Angeln sich dreht. Ein Knabe, der beständig diese Leitung öffnet und verschließt, zeigt es den Vorüberfahrenden an, wenn ein Wagenzug anlangt.

Die feststehenden Maschinen auf Eisenbahnen haben gewöhnlich hohen Druck, ohne Niederschlag der Dämpfe. Die Bewegung der Wagen erfordert, daß die Maschine mit Unterbrechungen wirke, und se bei dem Anfange der Bewegung

stärker. Die Maschinen mit Niederschlag der Dämpfe, die erst nach einigen Momenten stärkere Luft entwickeln, scheinen also für die Bewegung der Wagen auf Bahn-Abhängen weniger geeignet.

Uebrigens bezieht sich alles, was hier von feststehenden Dampfmaschinen und Bahn-Abhängen gesagt ist, nur auf Straßen, auf welchen nicht mit großer Geschwindigkeit gefahren wird. Eben so verhält es sich bei dem wechselwirkenden Systeme, wo die Wagen immer nur $9^1/_2$ bis $12^3/_4$ Fuß Geschwindigkeit haben.

Folgendes sind die Wirkungen einiger feststehenden Dampfmaschinen auf Bahn-Abhängen.

Straßen.	Kraft der Maschine	des Bahn-Abhanges		Durchmesser des Seils		Gewöhnliche Bewegung	
		Länge	Gefälle			Gewicht der beladenen Wagen	Mittlere Geschwindigkeit
	Pferde.	Ruthen.		Zoll.	Linien.	Zentner.	Fuß.
Liverpool St. Helen-	50	478	1 auf 46	1	$9^1/_2$	4851	$12^1/_2$
Runcorn	40	106	1 „ 30	1	$9^1/_2$	4657	$5^1/_4$
Canterbury	25	797	1 „ 76	1	$7^3/_4$	7761	$8^5/_6$
ddo.	25	427	1 „ 41	1	$7^3/_4$	3260	$11^1/_3$
Ivry (Epinac)	25	80	1 „ $8^1/_2$	3	10 / $9^1/_4$	2095	$1^3/_5$

Man muß ungefähr 3 Minuten Zeitverlust zwischen jedem Ende und Wiederanfange der Bewegung rechnen. Die Maschinen von Liverpool können bis 7760 Zentner hinaufziehen; die von St. Helene bis 6210 Zentner; die von Ivry 2794 Zentner. Auf diesem letzten Bahn-Abhange ist das Seil platt.

Neuntes Kapitel.

Von den undulirenden oder wellenförmigen Eisenbahnen. [1])

Großes Aufsehen unter den Mechanikern und Nichtmechanikern Englands hat in der neuesten Zeit die von Richard Badnall dem Jüngern, zu Douglas, auf der Insel Man erfundene, undulirende Eisenbahn gemacht, die sich sowohl auf sogenannten Kanten als auch auf Randschienen anwenden läßt. Diese Erfindung läßt sich am Besten durch die Betrachtung der Schwingungen eines Pendels versinnlichen. Wenn ein, mittelst einer Schnur von dem Punkte 2, Fig. 164 herabhängendes Blei aus der senkrechten Linie bis zum Punkte a gezogen und dort frei gelassen, so wird dasselbe in Folge seiner eigenen Schwere in dem Bogen a b bis zu dem Punkte b fallen; es wird aber bei diesem Falle zugleich auch ein solches Bewegungsmoment erlangt haben, daß es durch dieses auf der entgegengesetzten Seite eben so hoch, d. h. bis zum Punkte c getrieben wird. Nimmt man nun an, daß von den Gipfeln zweier Berge herab durch ein Thal, ein Schienenweg oder eine Eisenbahn auf solche Art geführt sey, daß der Abfall von dem Gipfel a Fig. 165 bis in das Thal b denselben Winkel mit einer horizontalen Linie bilde, wie ihn die auf der andern Seite von b bis c emporsteigende Bahn bildet, so wird ein Wagen d, der sich auf dem Scheitel des Abhanges bei a befindet, blos durch seine eigene Schwere auf der Eisenbahn bis zu dem Punkte b hinablaufen und dadurch nach den Gesetzen der Pendelschwingungen ein solches Bewegungsmoment erlangen, daß er ohne weitere Kraftanwendung auf der andern Seite bis zum Scheitel des

---

[1]) Nach Biots Eisenbahnwerk.

Hügels c, dessen Höhe jener des Hügels a gleich ist, hinaufläuft.

Dies würde, den allgemein bekannten physikalischen Gesetzen gemäß, ganz zuverlässig geschehen, wenn das Bewegungsmoment nicht durch die Reibung der Wagenräder an ihren Achsen und an den Schienen, auf denen sie laufen, ein Hinderniß erführe. Zieht man nun diese Reibung als aufhaltende Kraft von dem Bewegungsmomente ab, welches der Wagen durch das Herablaufen von a bis b erhielt, so wird man finden, daß dieses Bewegungsmoment den Wagen nicht von b bis c, sondern blos bis z treiben wird.

Herr Badnall drückt sich hierüber folgendermaßen aus: Man wird hieraus sehen, daß der Wagen d nicht blos in Folge seiner eigenen Schwere von a bis b herabgelangen wird, sondern daß er durch das Bewegungsmoment, welches er durch dieses Herabrollen erhält auf der entgegengesetzten Seite ohne alle Mithülfe irgend einer Triebkraft bis zum Punkte z emporgetrieben werden wird. Um daher den Wagen vollends bis auf den Gipfel des zweiten Hügels, d. h. bis c zu treiben, ist blos eine solche Triebkraft nöthig, welche den Wagen von z bis c zu treiben im Stande ist, so daß also auf diese Weise alle die Kraft erspart wird, die zum Treiben des Wagens von a bis z erforderlich wäre.

Wird nun eine geringe oder schwache Triebkraft angewendet, um diesen Wagen von a bis b zu schaffen, so erzielt man auf diese Weise ein größeres Bewegungsmoment, als sich aus dem Herabrollen des Wagens in Folge seiner eigenen Schwere ergeben würde, und man ist daher im Stande, den Hügel b c zu erreichen, nachdem man die ganze Strecke von b bis c auf der wellenförmigen Eisenbahn mit Hülfe einer weit geringern Triebkraft zurückgelegt hat, als nöthig wäre, um den Wagen auf einer vollkommen horizontalen Fläche eine gleiche Strecke weiter zu treiben.

Nach dieser Auseinandersetzung der Grundsätze, auf welchen Badnals undulirende Eisenbahn beruht, ist nur noch zu bemerken, daß die Theorie dieser Eisenbahn durch

einige Versuche, die der Erfinder mit einem kleinen Modelle aufstellte, sich als sehr gut bewährt hat. Er hat sie in einer kürzlich erschienenen Schrift öffentlich mitgetheilt.[1]) Herr Badnall hält sich für überzeugt, daß die gekrümmten oder wellenförmigen Eisenbahnen, sowohl auf ebenen, als auch auf schiefen Flächen unzweifelbare und unwandelbare Vorzüge vor den horizontalen Bahnen voraushaben, und er schätzt den angestellten Versuchen zufolge, den Gewinn an Zeit auf die Hälfte, und jenen an Gewicht auf das doppelte der Kraft. Die theoretische Darstellung der Vortheile dieser Art von Eisenbahnen giebt es auf folgende Weise:

Es sey die Linie E A in Fig. 166 eine horizontale, A B eine bergabsteigende Eisenbahn, auf welchen Bahnen sich die drei Räder W W W befinden.

1. Der Betrag der Reibung, die durch den Druck des Rades W auf die Fläche E A hervorgebracht wird, steht nun in genauem Verhältnisse mit dessen Gewicht, oder mit dem Gewichte irgend eines auf demselben ruhenden Fuhrwerkes; und von diesem Gewichte hängt auch der Betrag der Reibung ab, welche durch die Umdrehung der Achse innerhalb der Nabe oder des Cylinders, in welchem sie sich bewegt, bewirkt wird. Die Ursache, warum der Betrag der Reibung oder Abreibung mit dem Gewichte des Fuhrwerkes im Verhältnisse steht, beruht darauf, daß wenn C die Achse oder der Mittelpunkt des Rades ist, die senkrechte Linie C G die Schwerlinie vorstellt. An einer horizontalen Eisenbahn stimmen also, obschon sie davon abhängen, der Druck auf die Schienen und der Betrag der durch diesen Druck erzeugten Achsenreibung genau mit dem Gewichte der Wagen und der Last überein, und wird

---

1) A treatise on Railway-Improvements explanatory of the chief difficulties and inconveniences, which at present attend the general adoption of Railways and the means, by which these objections may be overcome, as proved by a series of interesting experements etc. By Richard Badnall London 1833.

zur Ueberwältigung dieses Druckes und dieser Reibung eine Triebkraft angewendet, und dadurch ein maximum von Geschwindigkeit erreicht, so bleibt diese Geschwindigkeit (wenn die Kraft unterhalten wird) durch Räume und Zeiten gleich, nur der Druck und die Reibung bilden eine, einen gleichförmigen Widerstand leistende Kraft. Ueberdies stimmt der Betrag einer Last, die irgend ein locomotives Fuhrwerk fortzuschaffen im Stande ist, genau mit dem Betrage seines Druckes auf die Schienen oder Achsen, oder mit andern Worten auf die Achsenreibung überein.

2. Nehmen wir nun an, das Rad W soll von A nach B gelangen. Von dem Punkte A aus bis T würde ein Körper offenbar nach den Gesetzen fallen, nach welchen Körper senkrecht fallen; zieht man aber auf die Linie A B die senkrechte V T, so wird der Körper in derselben Zeit auf der schiefen Ebene von A bis V hinabgelangen, in der er senkrecht von A bis T fallen würde. Die Schwerkraft, in Folge welcher der Körper dies vollbringt, indem sie auf dem ganzen Abfalle von A bis B gleichmäßig wirkt, muß eine gleichförmig beschleunigte Bewegung haben, und in Folge dieser wird bei der Ankunft des Wagens am Punkte B die Geschwindigkeit mathematisch genau so groß seyn, als sie seyn würde, wenn derselbe senkrecht von A bis T gefallen wäre. Was nun die Größe der Schwerkraft, oder die Ursache betrifft, durch welche das Rad W auf der schiefen Fläche A B herabgetrieben wird, so ergiebt sich dieselbe leicht aus einem Blicke auf das Paralellogram D C P G. Hier ist nämlich die Diagonale C G die Schwerlinie, C P die Linie, die den Grad des Druckes auf die Schiene vorstellt, und C D die Bewegungs-Linie; d. h. die Linie, oder die Schwerkraft C G wird, statt daß sie senkrecht und mit voller Intensität auf die Schiene, wie auf die Linie E A wirkt, in 2 getrennte und verschiedene Kräfte, nämlich in C D und C P getheilt, von denen, wenn man sich so ausdrücken darf, letztere das Rad in seinem Gange aufzuhalten sucht, während erstere dasselbe mit aller Kraft vorwärts zu treiben strebt. So wie sich nun C D zu C P

verhält, eben so verhält sich die eine dieser Kräfte genau zur andern, und wenn daher der Wagen oder das Rad 5 Tonnen wiegt, während C D ein Fünftel der Kraft beträgt, so wird C P der Druck auf die Schienen, von 5 Tonnen bis auf 4 Tonnen vermindert, und zwar nicht blos vermindert, sondern die auf diese Weise ersparte oder gewonnene Kraft wird sogar thätig zur Ueberwindung des von C P geleisteten Widerstandes verwendet.

Unter diesen Umständen wird die Bewegung eines Wagens, der durch seine eigene Schwere auf der schiefen Ebene A B herabrollt, beginnen, bis derselbe, wie bereits bemerkt worden, wenn er in B gelangt, dieselbe Geschwindigkeit erreicht hat, die er erreicht haben würde, wenn er senkrecht von A bis T herabgefallen wäre. Wird nun aber zur Unterstützung der Schwerkraft fortwährend eine Triebkraft angewendet, so würde das Herabgleiten eines Körpers auf diesem Abhange das Resultat dieser beiden vereinigten Kräfte seyn, so würde das Herabgleiten doch in Bezug auf Räume und Zeiten mit den Gesetzen des Falles im übereinstimmenden Verhältnisse stehen.

3. Nehmen wir nun aber an, es soll ein bei B stillstehender Wagen W an die Stelle getrieben werden, auf welcher er in der Zeichnung auf der schiefen Fläche B E abgebildet ist, so wird, da der Winkel F E B dem Winkel F A B gleich ist, und da nach Ziehung der Schwerlinie C G das Parallelllogramm C D G P genau jenem gleich ist, welches auf der nebenstehenden absteigenden Fläche beschrieben ist, C P die Linie seyn, die den Druck auf die Schienen und C D jene Linie, die die Kraft ausdrückt, welche diesem Drucke widerstrebt. Hieraus erhellt also offenbar, daß der Wagen gegen B zurückrollen wird, ausgenommen, dies wird durch eine gröſsere Kraft als C D ist, verhindert; daß er aber, wenn ihm eine regelmäßige und gröſsere Kraft, die wir die Triebkraft nennen wollen, entgegengesetzt wird, nothwendig allmählig und mit gleichförmiger Geschwindigkeit auf der Fläche B E emporsteigen muß, und zwar in gleichen Zeiten

durch gleiche Räume. Denn da der Kraft C D, die einen Theil der durch C G dargestellten Schwerkraft ausmacht, eine Kraft entgegenwirkt, die größer ist, als sie selbst, so wird dieselbe in diesem Falle nicht als eine gleichmäßig aufhaltende oder verspätende, sondern blos als eine gleichmäßig entgegenwirkende Kraft wirken. Man wird ferner sehen, daß der Druck auf den Schienen und folglich der Betrag der Reibung die ganze aufsteigende Fläche entlang, genau eben derselbe ist, wie auf der absteigenden Fläche A B, d. h. um so viel geringer, als auf der horizontalen Linie E A, als das Verhältniß der Linie C D zu D G beträgt.

4. Um jedoch den Vortheil, der sich aus der Annahme einer wellenförmigen Eisenbahn ergeben würde, zu beweisen, dürfen wir nicht annehmen, daß der Wagen bei B still stehe, oder vielmehr, daß derselbe, blos in Folge seiner Schwere allein, so weit auf der wellenförmigen Linie A B E fortrollt, als es möglich ist.

Der Wagen wird also, wie bereits oben gesagt worden, nach den Gesetzen der Schwere von A bis B herabgelangen und an diesem Punkte seine größte Geschwindigkeit und folglich sein größtes Bewegungsmoment erlangt haben. Er wird nicht an der aufsteigenden Fläche B E offenbar so lange aufwärts rollen, als die Kraft des Bewegungsmoments größer ist, als die Kraft C D. So wie aber die Kraft dieses Bewegungsmomentes, welche in diesem Falle eine gleichförmig aufhaltende, oder verspätende Kraft ist, geringer wird, als die Kraft C D, wird letztere wieder die wirksamere seyn, so daß der Wagen W wieder herabrollen und an dem Punkte B stillstehen wird. Gesetzt jedoch, das durch das Herabgleiten auf B gewonnene Bewegungsmoment sey hinreichend, um den Wagen auf der aufsteigenden Fläche bis zu dem Punkte H hinauf zu treiben, so ist offenbar, daß wenn eine solche Kraft angewendet werden könnte, die C D zu überwinden im Stande wäre, die aufsteigende Strecke H E in viel kürzerer Zeit, mit weniger Umdrehungen der Räder und der Achsen und mit viel geringerem Kraftaufwande zurückgelegt

werden könnte, als erforderlich wäre, wenn die ganze aufsteigende Fläche B E nach der in 3 angegebenen Weise erklimmt werden müßte.

Wir wollen nun annehmen, daß eine der Kraft C D gleichkommende Aushülfskraft angewendet wird, um den Wagen W durch die Wellenlinie A B E zu treiben, und daß diese Kraft an dem Punkte B entzogen wird.

Hieraus folgt also offenbar, daß, da die Schwere allein schon den Wagen auf der aufsteigenden Fläche bis H, d. h. über die Mitte desselben emportrieb, um, wo eine doppelte Kraft angewendet wird, bei dem Punkte B auch ein doppeltes Bewegungsmoment als Resultat zum Vorschein kommen müsse, so daß die ganze aufsteigende Fläche B E entlang der Kraft C D hinreichender Widerstand entgegengesetzt wird. Wenn nun dies richtig ist, um wie viel leichter wird diese Kraft C D noch überwunden werden, wenn die Aushülfskraft auf der ganzen aufsteigenden Fläche B E unterhalten wird.

Es scheint also durch dieses Raisonnement eben so unbestreitbar, wie durch die angestellten Versuche erwiesen, daß jede gegebene Last auf einer gekrümmten oder wellenförmigen Bahn nicht nur in weit kürzerer Zeit, als auf einer horizontalen, oder daß eine weit größere Last nicht nur innerhalb derselben Zeit fortgeschafft werden kann, sondern daß selbst Lasten, welche auf der horizontalen Fläche E A durch eine Triebkraft bewegt werden konnten, durch ihre eigene Schwere und mit Hülfe einer andern Kraft mit Leichtigkeit auf der Fläche A B hinabgleiten und auf der Fläche B E wieder emporsteigen können. Eben so offenbar wird es auch ferner noch seyn, daß, welche Kraft auch bei der Ankunft an dem Punkte E übrig bleiben wird, diese Kraft zum Erklimmen der weiteren schiefen Fläche E I verwendet werden wird, und daß zu diesem Ueberschuß auch die fortwährend zur Ueberwindung von C D angewendete Kraft hinzugezählt werden müße.

5. Zu bemerken ist, daß, obschon sich die verfügbare Schwerkraft im Gegensatz zum Drucke, nur wie C D zu C P

verhält, dies doch kein Criterium der Größe des Gewinnes an Geschwindigkeit abgiebt. Man kann in der That auch eben so gut sagen, daß C D die Ersparniß an Reibung vorstelle; in welchem Lichte dies auch betrachtet werden mag, so ist so viel gewiß, daß es den ganzen Abhang entlang eine constante und gleiche Kraft vorstellt. Die Räume über die der Wagen in Folge dieser Kraft den Abhang hinab durchläuft, sind jedoch in gleichen Zeiträumen nicht gleich, sondern sie verhalten sich, wegen der vermehrten Geschwindigkeit, wie die Quadraten der Zeiten.

Setzen wir z. B. A V betrage 10 Yards, oder 30 Fuß, der Wagen brauche eine Secunde, um V zu erreichen, und derselbe Raum würde auf der horizontalen Bahn von dem Wagen bei dem Maximum der Geschwindigkeit eben derselben Zeit durchlaufen, so wird der Wagen auf letzterer Bahn in 3 Minuten 30 Yards zurücklegen, während er die Linie A B hinab 90 Yards in 3 Minuten durchlaufen wird, denn $3 + 3 + 10 = 90$. Und diese Geschwindigkeit wird, obschon sie auf der aufsteigenden Bahn retradirt, wenn sie durch eine Kraft unterstützt wird, die der, auf der horizontalen Bahn angewendeten gleich ist, doch so unterhalten werden, daß der Wagen in weit kürzerer Zeit in einer gegebenen Entfernung anlangt, als er diese Entfernung auf der horizontalen Bahn, mit einer Durchschnittslast beladen, zu erreichen im Stande gewesen wäre.

Gesetzt z. B., die horizontale Linie E A sey 175, der Abhang A B 90, und die aufsteigende Fläche wieder 90, die ganze wellenförmige Bahn also 180 Yards lang; gesetzt ferner die angewendete Triebkraft sey hinreichend, um auf beiden Bahnen die Reibung und den Widerstand der Atmosphäre zu überwinden, und um den Wagen auf der Bahn E A mit einem Maximum der Geschwindigkeit von 10 Yards in der Secunde zu bewegen, so ist offenbar, daß der Wagen $17\frac{1}{2}$ Secunde gebrauchen wird, um von A bis E zu gelangen, denn $\frac{175}{10} = 17\frac{1}{2}$. Wendet man eben

dieselbe Kraft auf den Wagen an, der die wellenförmige Bahn A B E zu durchlaufen hat, und nimmt man 10 Yards als den Raum an, den der Wagen in der ersten Secunde auf dem Abhange A B durchläuft, so ist offenbar, daß er in 3 Secunden bei B anlangen, oder mit andern Worten, die durch A B bezeichneten 90 Yards zurückgelegt haben wird, indem den Gesetzen des Falles gemäß, $3 + 3 + 10 = 90$ ist. Dies nun zugegeben und angenommen, die auf dem aufsteigenden Theile der Wellen-Linie angewendete Kraft, sey eben hinreichend, um die Reibung und den Widerstand der Atmosphäre zu überwinden, so wird der Wagen natürlich, wie dies durch die Pendelbewegung erwiesen ist. Die aufsteigende Fläche B E genau in derselben Zeit zurücklegen, die er brauchte, um von A nach B zu gelangen. Wird daher eine gegebene Kraft angewendet, die nicht nur die Reibung und den Widerstand der Atmosphäre zu überwinden vermag, sondern die auch eine Last mit einer Geschwindigkeit von 10 Yards in der ersten Secunde zu treiben im Stande ist, so wird, wenn diese Kraft fortwährend gleichmäßig unterhalten wird, die 180 Yards lange wellenförmige Bahn A B E in weniger, denn 6 Secunden durchlaufen werden. Wird hingegen auf der horizontalen Bahn eine Kraft angewendet, die die Reibung und den Widerstand der Luft zu überwinden, und außerdem eine Last mit einem Maximum von der Geschwindigkeit von 10 Minuten in der ersten Secunde fortzuschaffen vermag, so wird der Wagen zum Zurücklegen dieser horizontalen Bahn E A von 175 Yards Länge nicht weniger als $17^1/_2$ Secunde brauchen. Wenn man daher das Maximum der Geschwindigkeit kennt, mit welcher ein Körper auf einer horizontalen Bahn und auf dem absteigenden Theile einer gegebenen Krümme hinab in der ersten Secunde getrieben werden kann, und wenn die Kraft in beiden Fällen zur Ueberwältigung des Widerstandes hinreicht, so läßt sich die Zeit, innerhalb welcher jede der beiden Entfernungen durchlaufen werden wird, leicht bestimmen, wobei der Un-

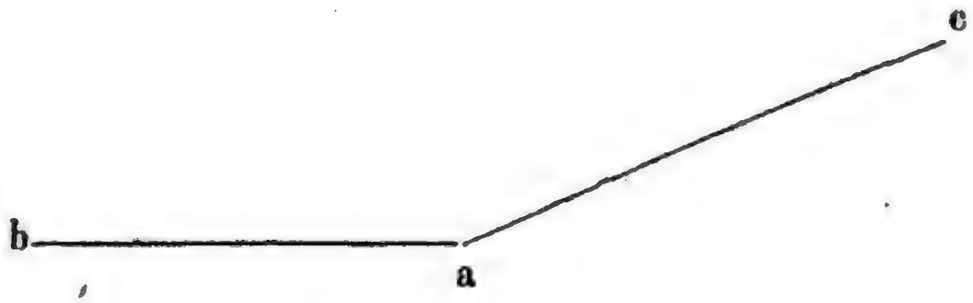
terschied zum Vortheile der Wellenlinie im Vergleiche mit der Länge der horizontalen Linie ausfallen wird.

Man darf jedoch bei diesen Betrachtungen nicht vergessen, daß auf einer wellenförmigen Bahn eine weit größere Last fortgeschafft werden kann, als auf einer horizontalen. Die zu überwindende Achsen = und rollende Reibung ist auf ersterer nothwendig geringer, als auf letzterer, und der Stützpunkt, welcher auf dem absteigenden Theile jeder Wellen-Linie der effectiven Dampfkraft dargeboten wird, ist ein sehr wichtiger und vortheilhafter Umstand. Man wird sehen, daß bei dieser Auseinandersetzung die Geschwindigkeit eines durch eine Krümme laufenden Körpers nach den Gesetzen berechnet ist, nach welchen das Herabgleiten derselben auf einer regelmäßig geneigten Fläche geschehen muß; es wird sich mithin nothwendig einiger Unterschied ergeben, der jedoch keineswegs so wesentlich seyn kann, als daß derselbe hier näher beschrieben werden müßte. — So weit Herr Badnall selbst.

Der Regierungs = und Baurath Herr Umpfenbach in Düsseldorf bemerkt in den Verhandlungen des Berliner Gewerbvereins 1834 4te Lieferung S. 200 ꝛc. ꝛc., über die wellenförmigen Eisenbahnen Folgendes:

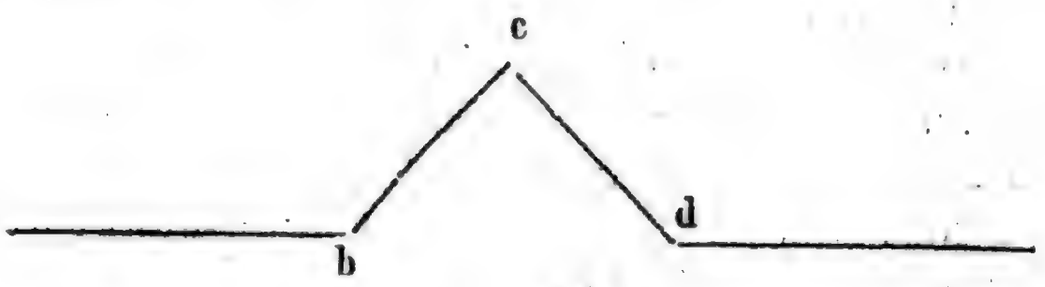
Ein Wagenzug, welcher auf einer horizontalen Eisenbahn durch einen Dampfwagen fortgezogen wird, hat bei dem ersten Anfahren eine sehr geringe Geschwindigkeit, die sich aber schnell vermehrt und nach kurzer Zeit ihr Maximum erreicht. Dieses Maximum der Geschwindigkeit hängt von der Bauart und dem Zustande der Bahn, der Reibung der Achsen und Felgen der Räder, dem Widerstand der Luft und der Masse und Spannung der Dämpfe des Dampfwagens ab, und der Wagenzug wird sich mit dieser Geschwindigkeit so lange gleichförmig fortbewegen, als diese Umstände dieselben bleiben und die Bahn horizontal ist; sie beträgt bekanntlich zwischen 12 — 38 engl. ($3^2/_3$ bis $9^1/_2$ preuß.) Meilen in der Stunde.

Diese, von der horizontalen Lage der Bahn abhängige, gleichförmige oder Beharrungsgeschwindigkeit, hatte man bisher als die den größten Nutzeffect hervorbringende angesehen, und deßwegen namentlich bei Bahnen, auf welchen die Wagen mit großer Geschwindigkeit bewegt werden sollten, sehr beträchtliche Kosten auf die Bereitung möglichst langer, entweder ganz horizontaler oder gleichmäßig, aber möglichst schwach, geneigter Bahnstrecken verwendet. Neuerlich ist aber von Herrn Richard Badnall behauptet worden, daß an Kraft gewonnen würde, wenn man die Bahnen wellenförmig anlegte. Er glaubt dieses dargethan zu haben, wenn er durch Versuche beweist, daß ein, von einem Dampfwagen



gezogener Wagenzug, der von a abgehend auf der horinzontalen Bahn a b den Punkt b mit der Beharrungsgeschwindigkeit erreicht, dann auf der geneigten Ebene b c aufwärts so weit fährt, bis die Geschwindigkeit in dem Punkte c = o wird; demnächst wird der Wagenzug gewendet, und die geneigte Ebene abwärts vom Dampfwagen gezogen, der Punkt b mit einer größern Geschwindigkeit erreicht, als die Beharrungsgeschwindigkeit, mit welcher er vom Punkt b ursprünglich aufwärts gefahren wurde. Daß dieses wirklich statt finde, hat Herr Badnall allerdings durch mehrere Versuche, die im Mechaniks-Magazine bekannt gemächt und aus diesem in Dinglers polytech. Journal (2tem Dezember-Heft 1833 Seite 403 ꝛc. ꝛc., Januar-Heft 1834 Seite 151 ꝛc. ꝛc.) zur Sprache gebracht sind, nachgewiesen, von welchen ich der Kürze wegen nur den ersten anführen werde.

Der Dampfwagen Liver, mit einem Zug von 3 Wagen, zusammen $72^1/_2$ Tonnen schwer, wurde auf einer beinahe horizontalen Strecke der Liverpool-Manchester Bahn bei der geneigten Ebene zu Sutton in Bewegung gesetzt, und erreichte den Fuß dieser Ebene nach einer $^3/_4$ Meilen langen Fahrt mit einer Geschwindigkeit von 12,60 engl. Meilen in der Stunde; er fuhr die geneigte Ebene 278 Yards weit, in 90 Secunden aufwärts, wo die Geschwindigkeit = 0 wurde. Umgedreht durchlief der Zug die nämliche Länge von 278 Yards in 50 Secunden, und kam mit einer Geschwindigkeit von 22,70 Meilen an. Wenden wir dieses Ergebniß auf eine wellenförmige Bahn an, so würde der Wagenzug mit den erwähnten Geschwindigkeiten die Linie b c



in 90 Secunden aufwärts und die Linie c d in 50 Secunden abwärts durchlaufen haben.

Die Behauptung des Vortheils der Wellen-Linien der Bahn, widerspricht so sehr allen mechanischen Grundsätzen, daß die Richtigkeit sehr bezweifelt werden mußte, und dies scheint der Grund zu seyn, warum der Antrag, dieses System auf der London-Birmingham-Bahn auszuführen, abgelehnt worden ist, auch hat Herr Umpfenbach in seiner Theorie des Neubaues, der Herstellung und Unterhaltung der Kunststraßen (Berlin 1830 Seite 283,) für den Fall, daß Räderfuhrwerk durch feststehende Maschinen bewegt wird, nachgewiesen, daß der Kraftaufwand derselbe bleibt, wenn das Fuhrwerk die gerade Linie zwischen zwei Punkten, oder eine beliebige, beide Punkte verbindende und in der, durch diese geführten verticalen Eben liegende, Linie durchläuft, also

im günstigsten Fall kein Vortheil bei der Wahl anderer Gefälle für die Bahnlinie, als das der geraden Linie herauskommt. Viel nachtheiliger stellt sich aber noch die Sache, wenn die Wagen nicht durch feststehende, sondern durch Locomotivmaschinen bewegt werden, weil bei dem Aufwärtsfahren, wenn die Geschwindigkeit nach und nach abnimmt, und der Dampfwagen die Last allein fortschaffen muß, die Räder des Dampfwagens auf den Schienen stark gleiten, wodurch die Geschwindigkeit noch mehr vermindert und dem Effect wesentlich geschadet wird. Daß das Gleiten der Räder aber nicht etwa nur bei starken Steigungen vorkommt, beweisen Woods Versuche, bei denen, wie auch von Oeynhausen und v. Dechen „Ueber Schienenwege in England," Seite 227 angeführt haben, die Räder eines Dampfwagens, welcher 29 leere Wagen auf einer nur um $^1/_{324}$ geneigte Ebene hinaufzog, bisweilen gleiteten. Diese Betrachtung allein dürfte schon hinreichen, um darzuthun, daß bei der Wellenform nichts gewonnen werden kann; da man aber auch schon in Deutschland von ihrer Anwendung gesprochen hat, ohne die Richtigkeit der Behauptung des Herrn Badnall weiter zu erörtern, so hält es Herr Umpfenbach für nützlich, es auch aus den Versuchen selbst darzuthun.

Herr Badnall zieht aus mehreren seiner Versuche (S. 105 des erwähnten Heftes des polytech. Journals) das Resultat: daß der Wagenzug nicht nur den Gipfel einer Höhe, die jener, über die er herabrollte, gleich ist, erreicht, sondern auf dem höchsten Punkt noch mit einer Geschwindigkeit von mehr als 10 Meilen in der Stunde fortgelaufen seyn würde. Dies wäre allerdings sehr auffallend, wenn der Wagenzug, vermöge seiner Schwerkraft allein diese letztere Geschwindigkeit erreichen könnte. Allein abgesehen davon, daß hier nicht die Versuche, wie sie wirklich stattgefunden, betrachtet werden, nämlich das Fahren des Wagenzugs über einen Rücken, sondern daß das Ergebniß willkührlich auf das Fahren durch eine Mulde übertragen wird, übersieht Herr Badnall, daß diese Geschwindigkeit nur durch die Wirkung der Dampf-

maschine hervorgebracht wird, und daß auf der horizontalen Linie die Geschwindigkeit nach einem durchlaufenen Raum von $2 + 278 = 556$ Yards wohl nahe an 13 Meilen, und nicht blos etwas über 10 Meilen, wie er für die Mulde rechnet, betragen würde, wonach sich also ein Minus von mehr als zwei Meilen Geschwindigkeit herausstellte. Betrachten wir außerdem noch den ersten oben erwähnten Versuch mit dem Dampfwagen Liver, so ergiebt sich die Zeit zum Durchlaufen der schiefen Ebene auf- und abwärts auf 556 Yards zu $90 + 50 = 140$ Secunden, während bei der Bewegung auf der horizontalen Ebene dieselbe Länge mit der Beharrungsgeschwindigkeit von 12,60 Meilen (zu 1760 Yards) in der Stunde in $\frac{556 + 3600}{12{,}6 + 1760} = 90{,}2$ Secunden, also in weniger als $^2/_3$ der Zeit durchlaufen worden wäre. Allerdings wäre der Wagenzug auf der horizontalen Ebne mit 22,70, im zweiten Fall aber nur mit 12,60 Meilen Geschwindigkeit angekommen, die größer aber wäre wohl durch beträchtlichen Widerstand der Luft bei der größern Geschwindigkeit nach einer geringen durchlaufenen Länge auf die Beharrungsgeschwindigkeit zurückgebracht worden.

Wenn nun auch hiernach gewiß kein Vortheil für die Zugkraft von wellenförmigen Eisenbahnen zu erwarten ist, so sind doch jedenfalls ihre durch das Gleiten der Räder des Dampfwagens veranlaßten Nachtheile, wenn die Wellen ein nur schwaches Gefälle von $^1/_{200}$ bis $^1/_{150}$ haben, so gering, daß sie überall, wo das Terrain gestattet, zur Ersparung der Kosten der ersten Anlagen angewendet werden können. So wird es nicht nöthig seyn, bei Ueberschreitung einer weiten Thalebne die Hochufer mit einem hohen horizontalen Damm zu verbinden, sondern man wird die Bahnlinien von jeder Seite nach der Mitte der Ebne hin, schwach senken können. Dasselbe gilt für flache Terrainrücken, welche nicht horizontal durchzustechen sind, sondern mit einem schwachen Steigen und Fallen überschritten werden können.

Nehmen wir als Beispiel eine 300 Ruthen breite Thal-

ebene, welche mit einem 20 Fuß hohen Damm horizontal durchschnitten wäre. Bei 16′ Kronbreite und $1^1/_2$ füssiger Dossirung enthielt dieser 23,000 Schl. Rth. Erhält der Damm dagegen zur Mitte ein Gefälle von $^1/_{200}$ oder zusammen von $^{150}/_{200}{}^0 = 9'$, so wird in der Mitte nur $20' - 9' = 11'$ hoch, und es fallen von dem horizontalen Damm die 4 dreieckigen Pyramiden an den Dossirungen und zwei Prismen unter der Dammkrone weg, mit dem Cubicinhalt von

$$(2 + {}^1/_3 + 150^0 + \frac{11' + 16^1/_2'}{2} + {}^1/_2 + 150^0 + 43' + 11') + 2 = 7325$$

Schl. Rth.; also beinahe $^1/_3$ der ganzen Erdarbeiten.

Es dürfte durch diese Auseinandersetzung dargethan seyn, daß erstens durch Anwendung der wellenförmigen Eisenbahnen für den Nutzeffect des Betriebs durch Dampfwagen zwar nichts gewonnen wird, aber zweitens durch eine umsichtige Wahl schwacher Gefälle an den Kosten der ersten Anlage, ohne dem Nutzeffect wesentlich zu schaden, beträchtliche Ersparungen gemacht werden können.

Zehntes Kapitel.

Von den schwebenden Eisenbahnen. [1])

Als die Eisenbahnen vor vielen Jahren sowohl in England als in Amerika die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen begannen, erfand Herr Sargent zu Boston in Massachuselets, wie das American Railroad-

---

[1]) Nach Biots Werk über Eisenbahnen übers. von Schmidt Seite 42 ꝛc. ꝛc.

Journal berichtet, die sogenannte schwebende oder eingeleisige Eisenbahn (Suspension or single railway). Diese Erfindung erhielt lange Zeit hindurch nicht jene Berücksichtigung, die sie zu verdienen schien, sondern blieb eine lange Zeit unbeachtet und unbenutzt.

Unter den Eisenbahnen, welche nach Herrn Sargents Erfindung in den vereinigten Staaten erbaut wurden, befinden sich gegenwärtig in der Grafschaft Suffolk in Massahusets zwei. Die eine derselben zu Chelsea ist kreisrund und nur einige hundert Fuß lang; sie ist nur ein etwas großes Modell, an welchem einige Verbesserungen oder Modifikationen der ursprünglichen Eisenbahnen angebracht sind. Die zweite hingegen, die eine schwebende Eisenbahn nach neuester Art ist, wurde unlängst in East Boston begonnen, und ist noch nicht ganz vollendet. Sie läuft über ein sumpfiges, überall von Dämmen durchschnittenes und mit Teichen überfülltes Stück Land, welches für jede Eisenbahn sehr ungünstig gelegen ist.

Aus Fig. 167, die mit Ausnahme der Reibungsschiene a a eine Eisenbahn und einen für dieselbe bestimmten Karren nach der ursprünglichen Erfindung Sargents darstellt, kann man sich eine Idee von dem Prinzipe machen, nach welchem die schwebende Eisenbahn gebaut wird. Herr Sargent hat später auch noch Verbesserungen angebracht.

A A sind die hölzernen, in die Erde eingetriebenen, oder auf andere Weise in die Erde befestigten Pfosten, von denen die Eisenbahn getragen wird. Der Boden stellt hier eine ebene Fläche vor, und daher brauchen die Pfosten nicht von verschiedener Höhe zu seyn; ist der Boden uneben, so müssen die Pfosten von ungleicher Länge seyn, jedoch so, daß die Scheitel der Träger sämmtlich in einer und derselben Fläche liegen. Es wurden verschiedene Mittel vorgeschlagen, um die Pfosten so in den Boden zu befestigen, daß sie keine Neigung haben, durch das Gewicht und die Bewegung der Last, die sie zu tragen haben, aus ihrer senkrechten Richtung zu kommen. Die untern Enden dieser Pfosten müssen 4 bis 5

Fuß tief in Quergraben eingesenkt, und auf eine Grundlage aus fester Erde oder Gestein, gestellt werden. Die Seiten der Gruben sind mit Geröll auszustampfen, und in sumpfigem Boden müssen die Pfosten wenigstens von einem starken Balken, welcher schräg in den Boden eingesenkt ist, gestützt werden, so daß sie auf diese Weise gehindert sind, sich auf die entgegengesetzte Weise zu neigen.

B B ist der Tragriegel, oder ein starker Balken, dessen Dimensionen der Last, die die Bahn zu tragen hat, angemessen seyn müssen. Dieser Balken wird auf die Tragbalken gezapft. Wenn die Räder C C durch die vorspringenden Randstücke geleitet werden sollen, so müssen die Balken, oder Riegel, mit Eisen beschlagen werden, damit deren Kanten und Seiten nicht von den Rädern abgerieben und abgeschiefert werden, wodurch sie nicht nur abgenutzt, sondern auch uneben und untauglich werden würden.

C C sind die Räder, von denen das eine vor den andern, in einer geraden Linie auf dem Tragbalken aufruht, und welche an beiden Seiten mit hervorragenden Rändern versehen sind, damit sie in ihrer Stellung erhalten werden. An den Achsen dieser Räder sind die horizontalen Stangen oder das Gestell k k aufgehangen, womit durch die Querbalken D D zum Transporte der Reisenden und Waaren dienenden Karren und ein starkes, keine Biegung zulassendes Gestell f f in Verbindung stehen, so daß die Karren an jeder Seite der Bahn, wie die Säckel eines Packsattels balancirt werden. F stellt die auf den Wagen geladene und zu verfahrende Last vor.

Leute, die mit der Mechanik nicht vertraut sind, möchten vielleicht einwenden, daß diese Transportmethode keine Sicherheit gewähre, indem die Wagen, da sie nur eine einzige Räderlinie haben, umschlagen müssen, ausgenommen, die Last ist auf beiden Seiten der Bahn vollkommen gleichmäßig vertheilt. Es ist nun zwar allerdings besser, wenn sie gleichmäßig vertheilt ist; allein es läßt sich doch auch praktisch sehr leicht zeigen, daß ein Umschlagen der Wagen ganz

unmöglich iſt, wenn die Materialien feſt aneinander halten. Iſt die eine Seite ſchwerer, als die andere, ſo wird wohl eine ſchwache Neigung gegen die ſchwerere Seite ſtattfinden; dies iſt aber auch Alles, denn ſo wie ſich die ſchwerere Seite zu neigen beginnt, ſo nähert ſie ſich dem Schwerpuncte und verliert folglich immer mehr die Neigung, noch weiter zu ſinken, dagegen entfernt ſich die leichtere Seite von dem Schwerpuncte und gewinnt folglich an Kraft, ſo daß ſie auch die andere durch die Hebelkraft, welche entſteht, aufwiegt. Nach demſelben Prinzipe ſieht man gewöhnlich, daß, wenn eine Perſon nur mit dem einen Arme einen Waſſerkübel, oder ſonſt ein Gewicht trägt, ſie den andern Arm beinahe unter einem rechten Winkel vom Körper entfernt, durch dieſe inſtinctmäßige Bewegung iſt nämlich der eine Arm im Stande, den andern, ſammt dem, an deſſen Ende angehängten Gewichte von 20 Pfunden und darüber zu balanciren. Die Sicherheit wird dadurch, daß der Schwerpunct ſo tief zu ſtehen kommt, indem die Laſt nicht in gleicher Höhe oder weit über den Rädern, ſondern unter denſelben angebracht wird, noch bedeutend vergrößert. Selbſt wenn die Achſen brächen, könnte der Wagen nicht umſchlagen, denn der Körper des Wagens würde, indem ſie ſich deſſen Ladung an beiden Seiten der Bahn und unter dem Schwerpuncte befindet, nur um einen Viertelzoll fallen, und wenn er in Bewegung iſt, auf derſelben fortgleiten.

Herr Sargent brachte in der Folge mehrere Verbeſſerungen an ſeiner urſprünglichen Erfindung an, von denen einige bei der Eiſenbahn, die er zu Eaſt Boſton erbaute, in Anwendung kamen. Die weſentlichſte dieſer Verbeſſerungen liegt in dem ſogenannten Reibungsriegel den man in der Zeichnung bei a a angebracht ſieht. Obſchon nämlich das Umſchlagen unmöglich iſt, ſo dürfte derſelbe doch, da er blos auf einer Breite des Rades ruht, wenn die Ladung nicht aus unbeweglichen Maſſen beſteht und nicht vollkommen gleichmäßig balancirt iſt, eine ſchwingende Bewegung auf der Eiſenbahn bekommen. Um dieſe zu verhindern iſt an

jeder Seite der Tragpfosten A A, ein kleiner hölzerner Balken a a befestigt; und um die Reibung gegen die Seiten des Wagens zu verhindern, ist unter dem Boden des Wagens ein Rad b angebracht, welches horizontal auf dem Riegel, oder Balken, läuft. Der Druck auf diesem Riegel oder Balken, ist sehr unbedeutend, denn er ist weit geringer, als der Unterschied zwischen der Schwere der Ladung auf beiden Seiten des Karrens, weil, indem die überladene Seite eine Neigung hat, in senkrechter Richtung herabzusinken, der schiefe Druck auf den Reibungsbalken geringer ist, als die ganze Neigung, welche die belastete Seite zum Herabsinken hat. Dieser Balken braucht daher nur klein zu seyn, und kommt folglich nicht hoch zu stehen: mit seiner Hilfe kann der Karren, selbst wenn die Ladung beweglich und wandelbar ist, so stätig, als auf irgend einer doppelt geleisigen Bahn erhalten werden.

Eine weitere und wesentliche Verbesserung hat der Erfinder an den Rädern angebracht. Wenn die Räder durch hervorstehende Randstücke auf dem Hauptbalken erhalten werden, so muß dieser wegen der sonstigen schnellen Abnutzung nothwendig mit Eisen beschlagen werden, was die Kosten bedeutend vermehrt. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, kann man die Räder des Karrens breiter machen, als den Tragbalken oder die Bahn; es sind dann keine Randstücke nöthig, sondern die Räder drehen sich frei auf der glatten Oberfläche des Balkens. Um sie hierbei in gehöriger Richtung zu erhalten, müßten sie durch Rollen geführt werden, welche horizontal gestellt wären, und an der Seite des Tragbalkens liefen. Diese Rollen würden die Stelle der sonst gebräuchlichen Randstücke vertreten; sie würden aber weit weniger Reibung verursachen, und über dies würden die Kosten des eisernen Beschlags wegfallen. Die Karren können übrigens, wenn man nur die angegebenen Prinzipien dabei nicht aus den Augen läßt, nach der Natur der zu transportirenden Waaren, und nach dem Geschmacke der Eigenthümer verschieden abgeändert werden. Die schwebende Bahn zu East Boston ist, wie schon oben gesagt worden, auf einem sehr

sumpfigen und sehr ungünstig gelegenen Stück Landes gebauet. Die Tragpfosten oder Pfähle, sind durch den Morast in eine Schicht blauen Tones getrieben und durch schiefe Klammern (Strebepfeiler) gestützt. Die Wagen sind blos zum Transporte von Menschen bestimmt, indem die Bahn nur bis zu einem häufig besuchten Belustigungsorte läuft.

Der einzige Einwurf von Wichtigkeit der sich gegen die schwebende Bahn machen läßt, ist der, daß man ihr, bei einer größern Erhöhung über den Boden nicht hinreichende Festigkeit geben kann, so daß sie vielleicht bei einer sehr großen Geschwindigkeit und großen Belastung der Wagen nicht dieselbe Festigkeit gewähren dürfte, wie die eisernen, nur wenig über die Erde erhabenen Schienen.

Einige Jahre später trat Herr R. Palmer in England mit einer schwebenden Eisenbahn auf, die vollkommen nach demselben Prinzipe gebauet war. Zweckmäßiger als diese Construktion scheint die vom Ritter v. Baader angegebene Einrichtung zu seyn, nach welcher die zusammengehörigen, zwei paralellen Bahnschienen, in der Länge von 3 Fuß und in der Geleisenweite von 18 Zoll aus einem Stücke gegossen werden. Damit auf dieser schmalen Bahn das Umwerfen des gleichfalls in der Belastung equilibrirten Wagens nicht stattfinden könne, sind an jeder Achse horizontale Rollen befestigt, welche auf der Seite der Bahnschienen laufen.

Wir wollen nur einige sogenannte Palmer'sche Schienenwege in England und auf dem Festlande beschreiben, wobei wir noch bemerken, daß sie nur für temporären Gebrauch, z. B. bei der Ausführung von Bauten, für die Zufuhr von Materialien und für Fortschaffung der Lasten auf kurze Strecken von Nutzen sind.

Palmer'scher Schienenweg in dem Proviantamte (Victualling office) zu Deptford bei London.

Dieser Schienenweg führt von der Themse über den Hof des Proviantamtes hinweg, bis zu den Waarenhäusern, und

dient zum Transport der Vorräthe aus denselben nach den Schiffen, oder umgekehrt. Derselbe besteht aus gußeisernen Säulen, welche 3 bis 5 Fuß hoch aus dem Boden hervorragen, mit gabelförmigen Aufsätzen am obern Ende versehen sind, und in 10 Fuß Entfernung von einander stehen. In diesen Gabeln ruhen 9 Zoll hohe und 3 Zoll starke Bohlen, auf doppelten hölzernen Keilen, so daß sie sich mit Leichtigkeit sehr genau in das richtige Niveau einstellen lassen. Auf diesen Bohlen sind auf der obern Kante gewalzte eiserne Schienen von 3^1_2 Zoll Breite, etwas converer Gestalt, in der Mitte $^1/_2$ Zoll stark genagelt. Die Enden dieser Schienen sind nicht gerade, sondern in einer gebrochenen Linie abgeschnitten und nicht unmittelbar auf den Bohlen, sondern auf einer kleinen eingelassenen Eisenplatte ruhend.

Der Weg liegt beinahe ganz horizontal und hat nur nach dem Flusse ein Fallen von etwa 20 Minuten.

Die Wagen, welche auf diesem Wege laufen, haben 3 hintereinander liegende Räder von 18 Zoll Durchmesser, welche zwei Spurkränze und eine nach dem Querschnitt der Schienen geformte Rinne haben. Diese Räder sind in einem Gerüste von Schmiedeeisen fest, welches aus 3 über die Räder weg gehende unter einander verbundene Bügel besteht, an denen die Radachsen befestigt sind. Diese Bügel reichen 2 bis 3 Fuß tief unter den Schienenweg, und sind auf beiden Seiten mit einer geneigten Bühne versehen, worauf die zu transportirenden Tonnen gelegt werden können. Zum Aufladen auf die Wagen dienen zwei schräge Gerüste, zwischen denen der Wagen gerade Raum hat, und die von derselben Höhe als die Bühnen des Wagens sind. Es werden auf jeden Wagen 10 Tonnen geladen, deren Gewicht etwa $4^1/_2$ Zentner, also zusammen 45 Zentner beträgt. Der Wagen kann zu 5 Zentner angenommen werden, so daß das ganze Gewicht 50 Zentner ausmacht, welches von vier Mann mit Leichtigkeit den Weg aufwärts bewegt werden kann.

Palmer'scher Schienenweg von den Kalköfen und der Ziegelei bei Cheshunt, nach dem Lee-Kanale.

Von der an einer Hauptstraße bei Chefhunt in Hertfordshire, etwa 20 engl. Meilen nördlich von London liegenden Kalk- und Ziegelöfen, führt ein Palmer'scher Schienenweg bis an den Lee-Kanal, in dem ganz flachen und ebenen Leethale. Derselbe hat einen Fall von 5 bis 10 Minuten nach dem Kanale hin. Die Länge beträgt $^3/_4$ engl. Meilen; (580 Lachter Preuß.) er dient zum Transport des Kalkes und der Ziegel. Derselbe ruht auf hölzernen Pfosten, welche im Durchschnitt $3^1/_2$ Fuß aus dem Terrain hervorragen; nach den Kalköfen hin, ist aber die Sohle des Weges in dem Terrain eingeschnitten, so daß die Pfosten in einer Art von trocknem Graben stehen, dessen Sohle 9 Fuß breit ist. Die hölzernen Pfosten stehen in 10 Fuß Entfernung von einander, sind 4 Zoll stark und $7^1/_2$ Zoll breit, und oben gabelförmig 3 Zoll breit und 16 Zoll tief eingeschnitten. In dieser Gabel liegt zu unterst ein 12 bis 15 Zoll langer Klotz in verschiedener Höhe, welcher durch ein Paar eingelarvte Winkelstücke von 14 Zoll Höhe und 2 Zoll Stärke getragen wird. Auf diesen ruhen 2 Keile von 2 Fuß Länge, mit den schrägen Flächen gegen einander liegend, um der darauf liegenden Bohle immer eine horizontale Unterlage darzubieten. Die Bohlen sind $10^1/_4$ Zoll hoch, und 3 Zoll stark, 30 Fuß lang und wechseln immer in der Mitte eines Pfostens; durch dieselben gehen eiserne Bolzen mit Schrauben hindurch, um das gabelförmige Ende der Pfosten zusammen zu halten; in der Bohle sind längliche Löcher, durch welche diese Pfosten gehen, damit die darunter liegenden Theile wirken können, wenn es nöthig ist. Diese Bohlen sind mit gewalzten eisernen Schienen von 4 Zoll Breite, oben conver, an den Rändern $^1/_4$ und in der Mitte $^1/_2$ Zoll stark, belegt. Die einzelnen Schienen sind 20 Fuß lang, an den Enden schräg abgeschnitten, und mit nicht mehr als 2 bis 3 Nägeln befestigt,

die $^1/_2$ Zoll stark und rund sind, die Köpfe in der Schiene versenkt. Außerdem haben die Schienen einige Reservelöcher, welche dann gebraucht werden, wenn ein oder der andere Nagelknopf abbricht.

Einige Pfosten sind aus 3 Theilen zusammengesetzt; die Stücke sind 6 Zoll breit; das mittlere 3 Zoll stark, die beiden Stücke der Seiten $2^1/_4$ Zoll stark und mit 3 Schraubenbolzen verbunden, die Keile liegen auf eingeschraubten Klötzen, die oben 1 Fuß lang sind. Obgleich die Bohlen sehr stark sind, so müssen sie sich doch bei der großen Entfernung der Pfosten von einander, an einigen Stellen durchgebogen haben, und sind durch später untergesetzte Stützen abgefangen worden.

In der Nähe des Kanals befindet sich eine Ausweichung in dem Schienenweg. Derselbe liegt auf eine Länge von etwa 30 Fuß doppelt, und zwischen den Doppelstücken und der einfachen Bahn, ist eine 10 Fuß breite starke Thür angebracht, welche an dem einfachen Strange aufgehängt ist und sich an jede der beiden Bahnen befestigen läßt. Auf dem obern Rande dieser Thür liegt der Schienenweg, und gerade über dem Gehänge, ein kleines drehbares Schienenstück, um den starken Winkel, den die Thür mit dem Strange macht zu brechen. Mit einer ähnlichen Thür führt dieser Schienenweg über eine gewöhnliche Straße herüber.

Die Wagen, welche auf diesem Wege laufen, haben nur zwei gußeiserne, 26 Zoll hohe, mit 2 Spurkränzen versehene Räder, welche einschließlich der $^1/_2$ Zoll starken und $1^1/_4$ Zoll hervorragenden Spurkränze, $5^1/_4$ Zoll breit sind, 6 Speichen und eine 6 Zoll lange und 2 Zoll weite Nabe haben. Diese dreht sich um eine hohle gußeiserne, 2 Zoll starke, $12^1/_2$ Zoll lange Achse, welche an beiden Enden in runden messingenen Büchsen liegt; diese haben einen innern Durchmesser von $1^5/_6$ Zoll und einen äußeren von $2^1/_2$ Zoll, und sind inwendig $3^5/_8$ Zoll lang. Dieselben liegen in Lagern, die sich an den schmiedeeisernen Bügeln befinden, welche das Hauptgerüste des Wagens ausmachen. Durch die hohle gußeiserne

Achse und die messingene Büchse geht eine schmiedeeiserne 26 Zoll lange, und 1 Zoll starke Achse hindurch, welche an ihren Enden mit dem Bügel verbunden ist, und zur festern Verbindung des Wagengerüstes beiträgt. Die beiden Radmittel liegen 46 Zoll auseinander. Die Plattformen, worauf die Wagenkasten gestellt werden, liegen 40 Zoll tief unter dem Achsenmittel und stehen inwendig 17 Zoll auseinander. Die Wagenkasten, von denen einer auf jeder Seite des Wagens steht, enthalten 20 Cubicfuß. Ein solcher Kasten wird mit etwa 20 Zentner Kalk oder Ziegel belastet, und also ein Wagen mit 40 Zentner. Ein Pferd zieht 2 solcher Wagen oder 80 Zentner, ausschließlich der Kasten oder Wagen.

An einem außer Gebrauche stehenden Wagen, befindet sich eine eigene Vorrichtung zur Verminderung der Friction der Räder in den Achsen, welche aber weder der Theorie nach schicklich ersonnen, noch praktisch gut ausgeführt ist. Die messingene Büchse, worin sich die gußeiserne Achse dreht, ist an ihrem oberen Theile auf $^3/_4$ Zoll Länge kreissogmentförmig ausgeschnitten, und in diesem Ausschnitt ruht ein 4 Zoll hohes eisernes Frictionsrad, an dem die ganze Last des Wagens wirkt, indem die messingene Büchse nicht ganz fest im Wagengerüste eingespannt ist.

Jahresbericht über die schwebende Eisenbahn bei Posen von dem Festungsbau-Direktor Herrn Hauptmann von Prittwitz daselbst. [1])

Nachdem die schwebende Eisenbahn auf der Festungsziegelei bei Luban, eine Meile von Posen nunmehr ein Jahr im Gange gewesen ist, ergiebt sich folgendes als kurzes Resultat ihrer Leistungen. Jedoch lassen wir, mit Verwei-

---

1) Verhandlungen des Berliner Gewerbevereins, 1835. 5te Liefer. S. 273. ꝛc. ꝛc.

sung auf Fig. 168, eine kurze Beschreibung derselben vorangehen, die aus der weiter unten angeführten Schrift des Herrn v. Prittwitz entlehnt ist. Die Bahn besteht aus hölzernen, 6 bis 8 Zoll starken Rändern (a a), die in Entfernungen von 12 zu 12 Fuß auf $^1/_4$ bis $^1/_3$ ihrer Länge senkrecht in die Erde eingesetzt sind. Oben ist eine zweizöllige eichene Bohle b, von 24 Fuß Länge auf die hohe Kante eingelassen, und auf dieselbe eine $1^1/_2$ Zoll breite, und $^1/_4$ Zoll starke Stabeisenschiene mit Holzschrauben flach befestigt. Diese Schienen liegen so, daß sie die Stoßfugen der eichenen Bohlen immer überdecken, und so ein Auseinanderweichen derselben unmöglich machen. An beiden Seiten sind an die Ränder auf einer gewissen Höhe noch Seitenbretter c, c, angenagelt, die das Schwanken der Wagen verhindern. An denselben können Reibungsrollen d d angebracht werden, die längs dieser Bretter hinlaufen, um die Reibung zu vermindern, und macht man diese Reibungsrollen von Eisen, oder überzieht sie damit, so ist es angemessen, auch auf die Seitenbretter noch eine dünne eiserne Schiene aufzunageln, längs derer dann die Frictionsrollen mit desto geringerer Reibung laufen. — Die Wagen haben nur ein Rad e mit fester Achse, auf der ein viereckiger Rahmen f ruht, der das eigentliche Wagengestell auseinander hält, zu welchem Behuf noch außerdem zwei eiserne Bügel g dienen. — Der Widerstand beträgt ungefähr $^1/_{110}$ der ganzen Last.

Es wurden mittelst derselben im Ganzen bisher ans Wasser gefördert:

1,896,500 Ziegel, im Gewicht von 189,650 Zentner
und zurück 470 Klafter Holz „ „ 18,800 „
zusammen 208,450 „

Die ganze Bahn hat bis dato, einschließlich aller Abzweigungen, Transportmittel und Reparaturen gekostet 3,651 Thaler 13 Slg. 10 Pf., wovon jedoch wenigstens 1,000 Thaler auf die Wagen kommen. Ihre Länge beträgt, ohne die Abzweigungen, 360 Ruthen, mit diesen $401^1/_2$ Ruthen. Mithin kostete die laufende Ruthe der eigentlichen Bahn,

einschließlich der Kosten der Wagen, 10 Thaler, und ohne die Wagen $7^1/_3$ Thaler, und die laufende Ruthe Bahn, ohne Rücksicht auf die Abzweigungen und die Wagen etwa $6^2/_3$ Thaler. Ein Pferd zieht bergab (bei $^1/_{144}$ Gefälle) mit großer Leichtigkeit 10 Wagen, zusammen beladen mit 1000 Ziegeln oder 100 Zentner, bergan dagegen ziehen 2 Pferde mit ganz gewöhnlicher Anstrengung $2^1/_2$ Klaftern kiefern Klobenholz, mithin 1 Pferd bequem 50 Zentner Ladung. Das Tausend Ziegel ans Wasser zu fördern, einschließlich Auf- und Abladen, kostete früher auf gewöhnlichem Wege 25 Sgr. Jetzt kostet das Auf- und Abladen fürs Tausend 7 Sgr. und zwar ist dies jedenfalls etwas höher, als früher, wo die Wagen näher an die Ziegelvorräthe heranfahren konnten. Mithin sind die Kosten des eigentlichen Transports auf gewöhnlichem Weg anzunehmen, auf wenigstens 18 Sgr. Jetzt wird dagegen nur bezahlt $^1/_6$ davon, oder 3 Sgr. Nun treten zwar noch hierzu die Kosten der Aufsicht, der Schmiere für die Wagen, und der Reparaturen an der Bahn und den Wagen, wofür jetzt im Ganzen dem Unternehmer $1^1/_2$ Sgr. fürs Tausend Ziegel vergütet werden; indessen ist bei dem Frachtsatz von 3 Sgr. fürs Tausend Ziegel auf der Eisenbahn der Gewinn für den Fuhrmann merklich größer, als früher auf gewöhnlichem Weg, und die Kosten der Aufsicht sind in beiden Fällen wenig verschieden, so daß füglich angenommen werden kann, daß die Transportkosten durch die Eisenbahn auf $^1/_6$ der frühern reducirt worden sind. Nach Vorstehendem betragen die Kosten des Transports einschließlich Auf- und Abladen und der Nebenausgaben, fürs Tausend $11^1/_2$ Sgr., mithin findet ein Ersparniß gegen früher von $13^1/_2$ Sgr. fürs Tausend statt. Nehmen wir dafür auch durchschnittlich nur $12^1/_2$ Sgr. an, so macht dies für die bereits transportirten

1,896,500 Ziegel	790 Thaler
und für die 470 Klafter Holz fließen außerdem der Kasse, laut Uebereinkommen zu à 3 Sgr.	47 „
zusammen	837 Thaler.

Im Jahre 1835 dürften noch an Ziegeln gefördert werden, 1,800,000 Stück; diese geben ein Ersparniß zu $12^1/_2$ Sgr. von 750 Thaler. Mithin wird am Schlusse des Jahres oder binnen $1^1/_2$ Jahren nach Erbauung der Bahn, durch dieselbe erspart worden seyn, die Summe von 1587 Thaler, oder fast die Hälfte des ganzen Anlagekapitals. Es sind auf der Bahn jetzt fortwährend drei Wagenzüge zu 10 Wagen in Thätigkeit. Ein Wagenzug wird beladen, einer ist unterwegs, einer wird abgeladen. Dies zeigt zugleich, wie leicht mittelst der Abzweigungen das Ausweichen der sich kreuzenden Wagenzüge bewirkt wird. Die bisherigen Reparaturen sind im Ganzen nicht bedeutend gewesen, und wurden größtentheils nur in Folge gemachter Erfahrungen nothwendig, so daß sie künftig bei einer zweiten Neuanlage der Art, fast ganz vermieden werden können. Im Allgemeinen hat sich die Bahn in jeder Hinsicht vollkommen bewährt, und die in der kleinen Schrift: „Die schwebende Eisenbahn bei Posen und Project zu einer allgemeinen Eisenbahn durch den preußischen Staat," (Berlin 1834) aufgestellten Ansichten bestätigt. Namentlich besitzen die schwebenden eingeleisigen Bahnen in der Einfachheit ihrer eigenen Bauart und ihrer Wagen, in der Leichtigkeit, mit der die letztern allen Krümmungen folgen, und in dem Umstand, daß diese Bahnen im Winter nicht einschneien, (was in nördlichen Gegenden von besonderer Wichtigkeit ist) verbunden mit ihrer Wohlfeilheit, Vorzüge, welche ihnen die liegenden Bahnen schwerlich jemals streitig machen können, indem diese nur das voraus haben, daß auf ihnen große und schwere Ballen, Kutschen ꝛc. transportirt werden können, was auf schwebenden eingeleisigen Bahnen Schwierigkeit findet. Daß auf letztern übrigens auch Dampfwagen zur Anwendung kommen können, scheint keinem Zweifel unterworfen zu seyn, wenn auch darüber noch keine Erfahrungen vorliegen. Die schwebenden eingeleisigen Bahnen sind daher unstreitig vorzugsweise geeignet, solchen Ländern und Gegenden die Vortheile der Eisenbahn-Verbindungen zu verschaffen, in denen der Verkehr noch nicht

bedeutend genug ist, um liegende doppeltgeleisige Bahnen gewinnreich zu machen, und wenn sie bisher nur selten zur Anwendung kamen, so ist der Grund gewiß nur in der so sehr von dem Gewöhnlichen abweichenden Construction derselben und der darauf gebrauchten Fahrzeuge zu suchen. Bei Wetter an der Ruhr in Westphalen ist auch eine schwebende Eisenbahn im Gebrauch.

Eilftes Kapitel.

Von den Ausbesserungen und Einfriedigungen der Schienenwege, der Ableitung des Wassers von denselben und von ihrer Erhaltung.[1])

Ausbesserungen der Schienenwege.

Die am häufigsten nothwendigen Ausbesserungen der Eisenbahnen bestehen darin, daß die eingedrückten Setine wieder gehoben werden müssen. Ist solches bei einzelnen Steinen nothwendig, so kann es geschehen, ohne die Fahrt auf der Straße zu unterbrechen. Der Stein wird von der Erde entblößt, und behutsam, vermittelst eines dazu eingerichteten großen Hebels (Fig. 145 a) gehoben. Während solches geschieht, bringt ein Arbeiter, mittelst einer platten eckigen Schaufel, (Fig. 145 c) Erde unter den Stein und stampft sie sehr fest. Dieses Verfahren, auf zwei oder vier Seiten angewendet, hebt den Stein jedesmal ein wenig, ohne daß er aus der Linie kommt, in welcher er stehen muß.

---

1) Nach Minard.

Wenn mehrere Steine auf ganze Strecken der Straße, gehoben werden müssen, weil sie entweder in den Boden sich eingedrückt haben, oder weil das Erdreich selbst sich gesetzt hat: so muß man im Voraus auf der Seite einen einstweiligen Weg zum Dienste während der Herstellung der Straße einrichten.

Außer, daß die Steine in den Boden gedrückt werden, können sie auch durch den Frost, oder die Ausdehnung der hölzernen Pflöcke, zersprengt werden, wenn sie nicht fest genug sind. Die meisten Träger auf der Liverpooler-Straße von rothem Sandsteine, sind zersprengt worden. Man hat an ihre Stelle andere, aus hartem Kalksteine von Cumberland, setzen müssen.

Die Schienen, wenn sie aus der Linie gekommen, oder schadhaft, oder zerbrochen sind, lassen sich leicht verbessern, oder ersetzen, da nur die Keile gelöset werden dürfen.

Die Beschädigungen der Schienenstühle hängen von ihrer Form und der Art ihrer Keile ab. Auf der Liverpool-Straße sind eine Menge von Schienenstühlen zerbrochen. Ihre Wagen sind durch das zu heftige Eintreiben der eisernen Keile, und auch selbst durch die Radränder, abgesprengt worden. Auf der Lyoner-Straße, wo sehr heftige Stöße stattfinden, werden diese Wirkungen zum Theil durch die hölzernen Keile gemäßigt, und man findet fast keine Schienenstühle zerbrochen, obgleich sie viel schwächer sind, als die Liverpooler. Man hatte anfangs ebenfalls eiserne Keile genommen, aber man ist davon abgegungen, weil schon beim Legen der Schienen viele Schienenstühle zerbrachen. Wenn die Keile sehr scharf und spitz sind, so lassen sie sich sehr leicht eintreiben; aber ein einzelner, zu starker Hammerschlag, kann auch schon den Schienenstuhl sprengen. Die Schienenstühle brechen auch in ihrem Boden, wenn sie nicht voll auf den Stein aufliegen. Dieses geschieht häufig bei Roanne, Lyon und St. Etienne, wo die Steine sehr harter Granit sind, der sehr schwer zu bearbeiten ist. Bei Roanne hat man einige Schienenstühle auf hölzerne Bohlen gesetzt.

Einfriedigungen der Eisenbahnen.

Um die Eisenbahnen gegen den Andrang von Menschen zu schützen, auch das Vieh von denselben abzuhalten, bringt man Einzäumungen von Holz, auch wohl von Mauerwerk, besonders in der Nähe von Städten, an, oder man bepflanzt die äußeren Grabenränder mit lebendigen Hecken.

Da, wo Straßen und Wege die Eisenbahnen durchschneiden, werden zu beiden Seiten Schlagbäume angebracht, welche geschlossen werden, so wie ein Wagenzug auf der Eisenbahn sich naht. Man kann zum Oeffnen und Schließen dieser Schlagbäume Eisenbahnwärter benützen.

Die Ableitung des Wassers aus der Bahn,

ist zur Erhaltung einer Schienenstraße sehr wesentlich nothwendig. Da die Eisenbahnen nach der Länge nur ein sehr geringes Gefälle haben, so kann das Wasser in dieser Richtung, außer auf den mit Maschinen besetzten steilen Abhängen, nicht hinreichend abfließen, folglich muß man es um so mehr seitwärts fortschaffen. Da nun die Schienen ein nach der ganzen Länge fortlaufendes, ununterbrochenes Hinderniß gegen den Abfluß des Wassers bilden, welches dasselbe in der Mitte der Straße zurückhält, so muß man zwischen den Steinen nothwendig kleine Kanäle unter den Schienen machen.

Wenn nur eine Bahn von zwei Schienenreihen vorhanden ist, so macht man die Kanäle nur unter einer Schienenreihe hindurch; bei zwei Bahnen aber müssen sie, wegen des Zwischenraumes, wenigstens unter drei Schienenreihen hindurch gehen.

Wenn der Boden das Wasser sehr stark verschluckt, so sind die Ableitungs-Kanäle entbehrlich. Dies kann man auf den Schienenstraßen in England sehen, da, wo dieselben auf aufgeschüttetem Schiefer, Schlacken, oder selbst Steinkohlen liegen; oder auf dem Kiesboden zwischen Lyon und Givors. Wenn aber der Boden fett ist, und das Regenwasser in Pfützen

stehen bleibt, muß der Boden, von jedem Steine an, abhängig gemacht werden, um das Wasser zu entfernen. Wo die beiden Abhänge zusammenstoßen, legt man einen kleinen Kanal mit Abhang nach der Seite, senkrecht auf die Straße, um das Wasser nach Außen abzuführen.

Je tiefer die Kanäle sind, je mehr befördern sie den Abfluß des Wassers, je mehr aber auch schwächen sie die Standfestigkeit der Steine, die nur von der Erde an ihren Seiten gehalten werden. Man hat diesen Umstand auf der Straße von Roanne, mit gutem Erfolge, dadurch abgeholfen, daß man die Kanäle mit runden Kieseln gefüllt hat, welche die Erde festhalten, während sie zugleich das Wasser leicht durchseigern lassen.

Erhaltung der Eisenbahnen.

Es verhält sich mit denselben, wie mit der Erhaltung der gewöhnlichen Straßen. Die Fahrbarkeit läßt sich nur dadurch erhalten, und es läßt sich dem Fortschreiten der Beschädigungen nur dadurch vorbeugen, daß man die Ausbesserungen nie unterbricht. Diese Ausbesserungen können nur durch einzelne, zu zweien oder dreien vereinigte, auf die Straße vertheilte Arbeiter geschehen. So ist es bei Darlington und Liverpool. Auf der Liverpooler-Straße kommen etwa auf 320 Ruthen einfache Bahn, 2 Arbeiter, (also 12 bis 13 auf die Meile); außerdem sind Arbeiter angestellt, um den Weg für die Radränder frei zu erhalten und die Oberfläche der Schienen zu reinigen.

Es ist bis jetzt noch schwer, die Kosten der Erhaltung der Eisenbahnen zu schätzen, obgleich diese Bahnen einander ähnlicher sind, als gewöhnliche Straßen. Bei gleichem Verkehr sind die Maaßen der Schienen und Steine, die Art der Befestigung der Schienenstühle und der Widerstand des Bodens verschieden.

Folgende Uebersicht kann zu einiger Schätzung der Kosten dienen:

Straße.	Bewegende Kraft.	Gewicht der Lastwagen Zentner.	Gewicht der Dampfwagen Zentner.	Mittlerer Betrag des Verkehrs. Gewicht der Waaren. Zentner	Gewicht der Reisenden Zentner.	Mittlere Geschwindigkeit Für die Waaren in der Stunde Ruthen.	Für die Reisenden in der Stunde Ruthen.	Erhaltungskosten einer Bahn von 2 Schienenreihen auf die Meile. Arbeitslohn. Thaler.
Bei Darlington der obere Theil derselben	Pferde	80	—	200000	—	860	—	964
desgleichen der untere Theil	Dampf	80	150	900000	—	4780	6690	2170
Glasgow	Dampf	74	100—200	1920000	120000	3537	6785	1085
Liverpool	Dampf	100	160—240	4400000	640000	5160	6690 - 9557	3977
Lyon	Pferde u. Dampf	80	130	4000000	320000	3728	3825 - 7650	1085 Arbeit u. Material
Liverpool	Dampf	100	160—240	4400000	640000	5160	6690 - 9557	6588
Swannington	Dampf	—	150	1400000	140000	6310	6310	2350
Warrington	Dampf	80	150	1400000	—	4780	4780	2350
Lyon	Pferde u. Dampf	80	130	4000000	320000	3728	3825 - 7650	1687

Zwölftes Kapitel.

Von der Anordnung der Schienenstraßen im Allgemeinen, von den Schienenstraßen für große Geschwindigkeiten und von ihren Krümmungen. [1])

Es ist nun noch zuvörderst nöthig, von der Linie und den Abhängen einer Schienenstraße zu reden.

Ueber einstweilige Dienstwege läßt sich nichts Allgemeines sagen. Diese Straßen, von kurzer Dauer, hängen so sehr von der Art der Lasten ab, die darauf transportirt werden sollen, und von der Art des Werks, für welches sie bestimmt sind, daß die Oertlichkeit allein darüber entscheiden kann.

Für bleibende Straßen, von mehreren Meilen Länge, zum Transport von Waaren und Reisenden bestimmt, lassen sich einige allgemeine Regeln geben. Aber sie sind noch schwankend, weil die Praxis bei diesen Bauwerken noch zu neu ist.

Man könnte den Entwurf etner Eisenbahn für eine Aufgabe der Mechanik erklären. Zum Entwurf einer Straße ist die Kenntniß der bewegenden Kraft und der Fuhrwerke nöthig, welche die Straße passiren sollen. Breite, Abhang und Krümmung der Straße haben sich mit der Zeit geändert, je nachdem sie für Saumthiere, Karren und Kutschen bestimmt waren; noch jetzt ändern sie sich öfters nach dem Bedürfnisse der Fuhrwerke, die sich mit großer Geschwindigkeit bewegen. So viel sich bis jetzt bei Eisenbahnen ergeben hat, ist die Geschwindigkeit der Fuhrwerke noch nicht bis zu ihrem äußersten Maaße gelangt. Auch läßt sich noch nicht mit Be-

---

[1]) Nach Minard.

stimmtheit sagen, welche Geschwindigkeit die vortheilhafteste sey; denn die Kostbarkeit der Erhaltung der Maschinen und Schienenstraßen für sehr große Geschwindigkeiten können, wie wir schon im zweiten Kapitel bemerkten, die Kosten des Transports so sehr erhöhen, daß gegen die gewöhnliche Geschwindigkeit der Pferde kein Vortheil für die Reisenden mehr bleibt.

Mehrere englische Ingenieurs nehmen an, daß, wenn die Geschwindigkeit nicht über 4300 Ruthen in der Stunde beträgt, Pferdekraft wohlfeiler sey, als Dampfkraft. Ueber größere Geschwindigkeiten sind die Meinungen getheilt, und die Entscheidung wird zweifelhaft bleiben, bis man längere Erfahrungen über die Kosten der mit sehr großer Geschwindigkeit fahrenden Dampfwagen gesammelt haben wird.

Um die Erhaltungskosten der Dampfwagen zu beurtheilen, müßte ihre Construction erst fester stehen; aber noch immer fort verändert sich dieselbe. Es giebt noch keine festen Regeln über die Anordnung ihrer Räder; die Art, sie in Begung zu setzen; über ihren Durchmesser und ihre Zahl. Die Kraft der Maschinen, die früher die von 8 bis 10 Pferden war, ist allmählig bis zur Kraft von 50 Pferden gestiegen. Das Gewicht der Dampfwagen, welches ursprünglich, für vierrädrige Wagen, auf 90 Zentner begrenzt wurde, ist seitdem fast auf das Dreifache gestiegen. Dann ist man wieder zu einem mäßigern Gewichte zurückgekehrt; später aber hat man wieder schwerere Dampfwagen gemacht. Die Esse und die Verdampfung sind nicht wenigern Veränderungen unterworfen gewesen.

Ueber diese vielen Veränderungen darf man sich eben nicht verwundern; denn der Gegenstand ist noch zu neu und er wird wahrscheinlich noch ferner viele Abänderungen erleiden, wie wir weiter oben im 6ten Kapitel bei der Geschichte der Dampfwagen sahen.

Aehnlich verhält es sich mit den Schienenstraßen selbst. Die Stärke der Schienen, der Schienenstühle, und der Steine nimmt mit dem Gewicht und der Geschwindigkeit der Dampfwagen zu. Die Construktionsarten der Straßen sind nicht

minder verschieden. Einige Ingenieurs schlagen Schienen vor, unter welchen der Stein so beweglich seyn solle, wie eine Scheere; andere wollen die Schienen auf hölzerne, längs auslaufende Balken, oder auf durchgehendes Mauerwerk legen u. s. w.

Welche aber auch die wirklichen Erhaltungskosten der Maschinen und der Schienenstraßen seyn mögen: so viel ist gewiß, daß beide, Maschinen und Straße, durch eine sehr große Geschwindigkeit der Fuhrwerke angegriffen werden. Man darf sich daher zu großer Geschwindigkeit nur mit Vorsicht entschließen, und nur, nachdem erwiesen worden, daß der Gewinn größer ist, als der Nachtheil.

Dieser Umstand scheint die Unterscheidung zu rechtfertigen, die hier oben zwischen Straßen für Waaren und Straßen für Reisende gemacht worden ist; denn offenbar ist für beide nicht die nämliche Geschwindigkeit nützlich und wünschenswerth: es scheint unnütz zu seyn, Waaren eben so schnell fortzuschaffen, wie Reisende. Die Zeit der Geschäftsleute ist kostbar. Man kann, wie schon bemerkt, ihre Personen als ein zu hohen Zinsen ausstehendes Kapital betrachten, welches also einen weit höhern Werth hat, als Waaren von gleichem Gewicht. Es ist daher vortheilhaft, die Reisezeit der Passagiere abzukürzen, da sie für sie und für die Gesellschaft verloren geht. Nicht so verhält es sich im Allgemeinen mit den Waaren; sie haben nicht allein einen viel geringeren relativen Werth, sondern bleiben auch, je nach der Art ihres Verbrauchs, kürzere oder längere Zeit nach der Ankunft in den Magazinen. Mit einigen Ausnahmen also läßt sich von den Waaren sagen, daß sie auf dem langsamen Transporte mehr verlorne Zeit, oder die Zinsen, gegen diejenigen des Verweilens in den Magazinen nicht in Betracht kommen; woraus die Unnützlichkeit eines sehr schnellen Transportes folgt.

Man sagt, daß zu Manchester öfters in den Magazinen der Eisenbahn für 6 bis 700 Tausend Thaler Baumwolle liegt, als so viel ungefähr in drei Tagen ankommt.

Es ist also offenbar, daß nichts verloren gehen würde, wenn die Waaren einige Stunden länger auf der Straße zubrächten, weil sie dann blos einige Stunden weniger in den Magazinen der Straßen-Compagnie liegen würden. Auch würde nicht einzusehen seyn, weshalb man die Steinkohlen ebenfalls mit großer Geschwindigkeit fortschaffe, wenn nicht die Circulation der Reisenden auf der doppelten Bahn frei bleiben müßte.

Man könnte einwenden, daß ja die Schnellfrachten in Frankreich schon hinlänglich die Wichtigkeit der Beschleunigung des Transports von Waaren bewiesen haben. Aber der Beweis gilt nur für einzelne Arten von Waaren. Auch bedient sich in der That nur etwa der vierte Theil der Transportmasse des Schnellfuhrwerkes; was also keinesweges Eisenbahnen für große Geschwindigkeiten rechtfertigt.

Sodann wäre nun, da die gewöhnliche Geschwindigkeit auf Eisenbahnen schon ungefähr derjenigen der Schnellfrachten gleich seyn wird, die Frage, ob darüber hinaus die Vortheile im Verhältniß der Vermehrung der Geschwindigkeit und der Kosten des Transports wachsen, was gar nicht wahrscheinlich ist.

Die Waaren, welche hohe Transportkosten leiden, weil sie für ihr Gewicht einen hohen Werth haben, können allerdings den Passagieren in Rücksicht der Geschwindigkeit gleich gestellt werden. Auch ist die Regel nicht ohne Ausnahme. Für Eßwaaren, für Schlachtvieh, für Waaren, die auf Schiffe geladen werden sollen, welche nur von Zeit zu Zeit abgehen, und für einiges Andere, kann eine sehr große Geschwindigkeit besondere und etgenthümliche Vortheile haben.

Es wird wohl meistens, dem Gewichte nach, nur der kleinste Theil der Transportmasse seyn, für welchen eine sehr große Geschwindigkeit wesentliche und mit den Kosten wirklich im Verhältniß stehende Vortheile hat. Von den Reisenden wird es nur ein Theil seyn, nämlich die Zahl derjenigen Geschäftsleute, welche wirklich die ersparte Zeit zu Geschäften verwenden; ferner Waaren, die entweder leicht verderben,

wie Eßwaaren, oder deren Neuheit besondern Werth hat, wie Modewaaren und einiges Andere, ferner Briefe und andere Postpackete, was alles zusammen nicht sehr stark in das Gewicht fällt. Andere Gegenstände aber, welche Zeit haben, wie Steinkohlen, Holz, Steine, Erze, selbst die meisten Colonialwaaren ꝛc., ungeachtet ihres größern Gewichts, ebenfalls mit sehr großer Geschwindigkeit fortschaffen zu wollen, wäre offenbar ein Widerspruch mit der eigenen Absicht; denn man macht ja Eisenbahnen zu dem Zwecke, an den Transportkosten zu sparen; und da nun dieselbe Masse, auf dieselbe Länge, mit doppelter Geschwindigkeit zu transportiren, auch wenigstens doppelt so viel kostet, so würde man, ohne andere als eingebildete Zwecke zu erreichen, wieder weggeben, was man durch die bessere und bequemere Straße gewonnen hat.

Rücksichtlich der der Pferdekraft für mittlere Geschwindigkeiten zugeschriebenen Vorzüge der Dampfkraft, scheint die Erfahrung der gewöhnlichen Meinung entgegen zu seyn. In den Bergwerken von Middleton wird, mit gänzlichem Ausschluß der Pferde, seit 20 Jahren blos mit Dampfkraft gefahren. Bei Darlington befährt man einen Theil der Straße mit Pferden, den andern mit Dampf. In neuerer Zeit werden die Personenwagen zwischen Darlington und Stockton, statt von Pferden, von Dampfwagen gezogen, welche aber wegen der Schwäche der Schienen, nicht viel schneller sich fortbewegen, als die Pferde. Auf den Straßen von Hetton, Killingworth, St. Helene, Whitestaple, fähr man mit Pferden sowohl, als mit Dampfkraft. In Frankreich eben so bei Roanne und Lyon.

Aus diesem Beispiele scheint zu folgen, daß nur die örtlichen Umstände über die Wahl zwischen den beiden bewegenden Kräften entscheiden, und daß im Allgemeinen keine der beiden Kräften einen allgemeinen Vorzug vor der andern habe.

Aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, ändert sich die Frage. Nicht mehr die Art der bewegenden Kraft bestimmt

die Anordnung der Straße, sondern diese, je nachdem sie für Pferde oder für Dampf besser gebauet werden kann, entscheidet die Wahl der Zugkraft.

In Frankreich, scheint es, daß, da in den meisten Fällen der Handels-Verkehr keine größere Geschwindigkeit für Waaren erfordert, als 2400 bis 3600 Ruthen in der Stunde, da die Steinkohlen zur Dampferzeugung theuer, und Leute, welche Dampfwagen zu führen und zu repariren verstehen, noch selten sind, die Pferdekraft vortheilhafter sey, als Dampfkraft, und daß es also am besten seyn dürfte, dort die Eisenbahnen für Pferdekraft zu bauen.

Sodann wird die Bahn, wenn die Transportmasse hin und zurück ungefähr gleich stark ist, am besten möglichst horizontal liegen, weil dann die Wirkung der Pferdekraft möglichst stark ist.

Da die Eisenbahnen häufig von einem Bergwerke, oder einem Steinbruche, nach einem Einschiffungsplatze führen, so ist die Transportmasse öfters bergab am stärksten. Dann müßte man, im Falle keine Ladungen bergauf zu ziehen wären, das Gefälle so einzurichten suchen, daß in der einen Richtung ungefähr eben so viel Zugkraft nöthig wäre, als in der andern; man müßte also der Bahn etwa 1 auf 320 Abhang geben; angenommen nämlich, daß der gesammte Reibungs-Widerstand den 180sten Theil der Last beträgt, und die beladenen Wagen 3 bis 4 Mal so schwer sind, als die leeren.

Dieser Abhang ist sehr schwach, und wird selten zu erlangen seyn. Man wird also meistens denjenigen Abhang gestatten müssen, auf welchem die Wagen, mit mäßiger Geschwindigkeit, von selbst herabrollen, und der nach den obigen Hypothesen etwas mehr als 1 auf 180 beträgt. In diesem Falle werden nur die leeren Wagen von den Pferden bergauf zu ziehen seyn, bergab werden auch die Pferde selbst, mit den von selbst herabrollenden Wagen fortgeschafft werden, wie es bei Darlington geschieht, und welche Anordnung sehr vortheilhaft zu seyn scheint. Ein Abhang, auf welchem die Wa-

gen durch ihr eigenes Gewicht abwärts getrieben werden, ist aber nachtheilig, wenn die Straße sich sehr krümmt, und wenn nur eine Bahn vorhanden ist. Die Wagen, welche sich begegnen sollen, behalten öfters, weil man nicht weit genug sie sieht, nicht Zeit, einander auszuweichen. Auf solchen Abhängen müßte man das Gefälle um so geringer annehmen, je länger sie sind, damit die Geschwindigkeit nicht zu sehr zunehme, und damit man dann nicht zu oft zu hemmen brauche. Auf der Straße von St. Etienne nach Rive-de-Gier rollen die Personenwagen mit einer Geschwindigkeit herab, welche nur durch fast fortwährende Hemmung auf etwa 5260 Ruthen in der Stunde ermäßigt wird. Sie nehmen sehr bald eine Geschwindigkeit von 7650 Ruthen an, über welche man nicht gern hinausgeht. Von Rive-de-Gier nach Givors, auf einem Gefälle von 1 auf 166, ist die mittlere Geschwindigkeit 3825 Ruthen, und die größte Geschwindigkeit 5737 Ruthen in der Stunde. Die Straße von St. Etienne bis Givors besteht übrigens zum Theil nur aus einer Reihe von Krümmungen, in welchen man immerfort hemmen muß, um eine gefährliche Steigerung der Schwungkraft zu verhindern. Das Gefälle 1 auf 166 ist also völlig hinreichend, um die Pferde selbst mit den Wagen, bergabfahren zu machen. Bei Darlington geschieht solches, 530 Ruthen lang, auf einem Abhange von 1 auf 128.

Auf mehreren Eisenbahnen bei Bergwerken in England ist man den größern Unebenheiten des Terrains gefolgt, wenn sie im Ganzen bergabführten. Man hat sich begnügt, durch schwache Auf- und Abträge eine Folge von gleichförmigen Abhängen herzustellen, die auf die Länge von 50 bis 100 Ruthen nicht stärker sind, als 1 auf 96, und auf welchen dann das Pferd die leeren Wagen mit einer Anstrengung von 300 Pfd. heraufziehen muß.

Stärkere Abhänge würden eben so gefährlich seyn für die herabfahrenden Ladungen, als beschwerlich für hinauffahrende leere Wagen. Auf Abhängen von 1 auf 60 sind bei Andrezieux schon Pferde beschädigt worden. Die Gefahr ist um so größer,

je glatter der Weg ist, und je leichter die Wagen rollen. Was für Bergfahrt zu wünschen, ist für Thalfahrt zu fürchten.

Bis jetzt hat man Ursache gehabt, anzunehmen, daß eine beständig gleich starke Anstrengung die Pferde am wenigsten angreife, und daß der Erfolg am Besten sey, wenn eine Eisenbahn nur einerlei fortlaufendes Gefälle hat. Erwägt man indessen, daß bei Darlington die Wirkung durch Unterbrechung der Anstrengung der Pferde und Abwechslungen mit vollkommener Ruhe verstärkt worden ist, und daß auf der Lyoner-Straße sich gezeigt hat, daß die doppelte Zugkraft nur ein Drittheil mehr kostet; endlich, daß auf vielen Eisenbahnen die Gefälle jede 20 oder 30 Ruthen sich ändern; so scheint es, daß, wenn auch die Gleichförmigkeit des Abhanges für die Führer der Fuhrwerke zu wünschen ist, dennoch ihre Vortheilhaftigkeit für die Anstrengung ihrer Pferde nicht erwiesen sey.

Noch können auch immer in dem Falle, daß der größte Theil der Transportmasse bergab geht, mehrere horizontale Stellen mit starken Abhängen verbunden werden, auf welche dann die leeren Wagen durch die beladenen hinauf gezogen werden.

Wo man aus einem Flußgebiet in das andere überzugehen hat, muß man den niedrigsten Punkt der Wasserscheide mit schwachem Gefälle zu erreichen suchen. Läßt sich so nur bis tief unter den Gipfel gelangen, und ist ein Durchschnitt, oder ein Tunnel durch den Kamm des Terrains zu kostbar, so wird es besser seyn, nach dem Fuße des Kammes mit dem Gefälle der gleichen Zugkraft, nämlich 1 auf 320, zu gehen, und auf die Wasserscheide zwei entgegengesetzte, starke Abhänge zu legen. Diese Anordnung ist leicht, wenn die Wasserscheide nur schmal ist. Ist sie aber über 100 Ruthen breit, so muß man suchen, mit den starken Abhängen nach zwei, dem Gipfel nahen Punkten zu gelangen, wo man dann, wie bei Brusselton, eine Dampfmaschine setzt.

Die größte Schwierigkeit ist in solchen Fällen gewöhnlich

die Schwäche der Abhänge auf eine groſse Länge, so daſs die gewöhnliche Zahl der leeren Wagen eines Wagenzuges das Seil nicht herabzuziehen vermögen.

Ist der Gipfel der Wasserscheide sehr breit, so setzt man eine feststehende Dampfmaschine auf diejenige Seite, an welcher die beladenen Wagen herrauffahren sollen, und legt eine wechselwirkende Rampe auf den andern Abhang. Vom Fuſse dieser Rampe an, giebt man der Straſse einen einzigen Abhang, oder legt sie horizontal, bis zu der Ankunftstelle der Wagen; oder man macht mehrere Abstufungen, und eben so viel selbstwirkende Rampen. Den Rampen muſs man so viel Gefälle geben, als die für die Stärke des Verkehrs nöthige Geschwindigkeit erfordert, damit die Fahrten auf den Rampen nicht zu lange dauern.

Wenn der Verkehr in der einen und der andern Richtung gleich stark ist, so scheint es nöthig, daſs die Straſse absatzweise horizontal, oder doch fast horizontale Stellen bekomme, durch Rampen verbunden. Die Höhe der Absätze und die Länge der Rampen richten sich offenbar nach der Gestalt des Terrains, und danach, ob und in wie fern die horizontalen Stellen zu erlangen sind. Dies erfordert eine sehr genaue Untersuchung des Terrains in verschiedenen Richtungen und läſst sich nicht auf den ersten Blick entscheiden.

Die Anordnung einer Eisenbahn für Frachten, von Pferden gezogen, hat auf solche Weise viel Aehnlichkeit mit der eines Kanals, dessen Schleusen an die Stelle der Rampen treten. Die Aufgabe des Ingenieurs ist es, die Stellen zu ermitteln, wo die Bauwerke am vortheilhaftesten ihren Platz finden, und die besten Dienste leisten.

Schienenstraſsen für groſse Geschwindigkeiten.

Man kann darunter Straſsen verstehen, auf welchen nur mit Dampfkraft und mit 7200 bis 10800 Ruthen Geschwindigkeit in der Stunde gefahren wird. Bis jetzt existiren nur

wenige solcher Straßen, unter denen diejenige, zwischen Liverpool und Manchester, gehörig gekannt ist. Also lassen sich für jetzt auch nur von dieser Straße einige Erfahrungs-Resultate hernehmen.

Damit die Personenwagen den vorher benannten Raum stündlich zurücklegen, muß die Geschwindigkeit derselben, wegen des nothwendigen Aufenthalts von Zeit zu Zeit, 45 bis 48 Fuß in der Secunde oder 13500 bis 14400 Ruthen in der Stunde betragen. Die größten Geschwindigkeiten, welche Herr Minard bei verschiedenen Fahrten auf der Liverpooler-Bahn beobachtet hat, sind folgende:

Geschwindigkeit in der Secunde.	Mit dieser Geschwindigkeit durchlaufene Länge.
$32^4/_5$ Fuß . . .	5044 Ruthen
$42^1/_3$ „ . . .	1487 „
$53^1/_4$ „ . . .	1062 „
$56^2/_5$ „ . . .	106 „
$63^3/_4$ „ . . .	106 „

Die beiden letzten Geschwindigkeiten fanden bei dem freien Herabrollen auf der Mitte des Hügels von Rainhill, statt. Da die Umstände bei einer Bewegung besser aus einer Zeichnung ersichtlich sind, so hat Herr Minard in seinen Vorlesungen in Fig 97 den Durchschnitt der Liverpooler-Straße dargestellt, in ganze und viertel englische Meilen getheilt, die oben durch Zahlen und Verticallinien angezeigt sind, auf welchen Durchschnitt wir hier verweisen. Die unten stehenden Zahlen bezeichnen, in Metern, die Geschwindigkeiten, mit welchen die correspondirenden Theile des Weges durchlaufen worden sind. Die Pfeile zeigen an, nach welcher Richtung die Geschwindigkeiten stattfanden. Die oberen Reihen sind von den Herren Ingenieuren der Brücken und Wege beobachtet worden, die mit der Besichtigung der Eisenbahnen in England beauftragt waren; die drei anderen Reihen von Geschwindigkeiten habe ich gemeinschaftlich mit Herrn Zeiller beobachtet. Die 104te Figur der Minard'schen Vorlesungen stellt den Theil der Straße zwischen den Meilen Nro. 16 und

20¼ vor, wo man die Gefälle bei jeder Viertelmeile eingeschrieben hat, die sehr von dem durchschnittlichen Gefälle von 1 auf 849 abweichen; sey es deßhalb, weil sich der Straßendamm gesetzt hat, oder wegen Fehler in der Ausführung. Diese Details sind aus einem Profile der Straße copirt, welches sich in dem Büreau der Eisenbahn-Compagnie befindet, und welches Herr Navier mitgetheilt hat. Dieses Profil zeigt, daß da, wo zwei entgegengesetzte Abhänge zusammentreffen, die Geschwindigkeiten zuweilen Aenderungen erleiden, die denen entgegengesetzt sind, welche man von dem Einfluße der Abhänge erwarten sollte. Diese Abweichungen rühren daher, daß man die Geschwindigkeiten beim Herabfahren zu mäßigen, beim Herrauffahren aber zu verstärken sucht.

Man sagt, daß ein Dampfwagen für sich allein, in 15 Minuten 9558 Ruthen durchlaufen habe, was 86 Fuß in der Secunde und 19 englische Meilen in der Stunde ausmachen würde; wobei noch zu bemerken, daß die obige Entfernung auf der Liverpooler-Straße nothwendig ein Steigen und ein Fallen einbegreift, so daß also die Geschwindigkeit von 86 Fuß eine mittlere und beinahe die möglich größte auf horizontaler Bahn ist.

In der Schrift des Herrn Pouſſin[1]) wird erzählt, daß in Nordamerika eine Dampfmaschine auf einer Eisenbahn einen Wagenzug 13 Minuten lang mit 85¾ Fuß Geschwindigkeit in der Secunde fortgezogen habe.

Die Schienenstraßen für große Geschwindigkeiten sind nicht so vieler verschiedenen Arten der Einrichtung fähig, als Straßen, die nur mit Pferden befahren werden, weil die Abhänge und die Krümmen derselben viel sanfter seyn müssen.

Eine Hauptfrage bei denselben scheint zu seyn, ob hier Rampen stattfinden dürfen, oder nicht. Da sie viel Zeit wegnehmen, so scheinen sie hier dem Zweck entgegen zu seyn. Auch können sie durch ihre Gefälle und ihre Länge für die

---

1) Chemins de Fer américanens etc. Paris 1836.

Passage gefährlich werden. Aber man sieht leicht, daß sie auf manchem Terrain unvermeidlich sind, auf anderm dagegen die Linie zu vereinfachen, die Abhänge zu vermindern und die Entfernungen zu verkürzen, also die auf das Ersteigen verwandte Zeit, mit Gewinn, auch wieder einzubringen vermögen.

Die Mittel, Rampen, wo sie stattfinden sollen, zu ersteigen, würden etwa folgende seyn. Erstlich eine feststehende Dampfmaschine auf dem Gipfel der Rampe. In Folge der Discussion der engländischen Ingenieurs über die Wahl der Maschinen auf der Liverpooler-Straße, hat man indessen den Dampfwagen den Vorzug gegeben, und bedient sich ihrer, die Rampen von Sutton und Rainhill zu ersteigen, welche 1 auf 89 und 1 auf 96 Gefälle haben. Neuerdings hat man im Innern der Stadt Liverpool ein Tunnel für die Personenwagen getrieben, 504 Ruthen lang, mit 1 auf 90 Gefälle, in welcher eine feststehende Dampfmaschine die Wagen ziehen soll, eben wie in dem großen Tunnel für Waaren-Frachten. Daraus läßt sich folgern, daß die Compagnie für den Anfang einer Straße für große Geschwindigkeiten den Vorzug einer feststehenden Maschine auf einer Rampe vor Dampfwagen anerkannt hat. Vielleicht aber hat sie auch für die Reisenden die Nachtheile des durch die Verbrennung und den Dampf erzeugten Gases in der unterirdischen Straße gefürchtet; wie sich dergleichen in dem Stollen des Regent-Kanals bei dem Dampfboote Soueur gezeigt haben.

Rampen, die wenigstens 1 auf 90 Gefälle haben, lassen sich vermittelst einer Hülfsmaschine ersteigen, die die Hälfte des Wagenzuges vor sich her schiebt, während die Hauptmaschine die andere Hälfte zieht. Damit die schiebende Maschine keine Gefahr bringe, muß ihr Lauf gemäßigt, und es müssen einige Vorkehrungen getroffen werden, welche Zeit wegnehmen.

Endlich läßt sich eine Rampe ohne zu große Zögerung ersteigen, wenn es möglich ist, am Fuße derselben mit sehr großer Geschwindigkeit anzulangen. Durch den erlangten Trieb

können die Fuhrwerke bis auf eine gewisse Höhe rollen, ohne daß die Geschwindigkeit bis unter ihr mittleres Maaß abnähme. Zu diesem Zweck ist es gut, eine Rampe auf einen Abhang folgen zu lassen, wie es auf der Liverpooler-Straße bei der Rampe von Rainhill geschehen ist. Nach Herrn Booth bringt ein Dampfwagen, der, einen leichten Wagenzug ziehend, am Fuße dieser Rampe mit 25½ Fuß Geschwindigkeit anlangt, denselben noch mit 5 Fuß Geschwindigkeit auf den Gipfel.

Zufolge der obern Geschwindigkeitslinie in Fig. 97 der Minard'schen Schrift, wird die Rampe bei Sutton von den Personenwagen mit abnehmender Geschwindigkeit erstiegen. Sie beträgt auf der Mitte der Rampe 4 Zehntheile der Geschwindigkeit am Fuße. Wäre also die Rampe nur halb so lang, und langten die Wagen am Fuße derselben mit 32 Fuß Geschwindigkeit an, so würden sie auf dem Gipfel noch 12⅘ Fuß Geschwindigkeit haben.

Es scheint also wohl möglich zu seyn, eine Eisenbahn auch für große Geschwindigkeiten mit Rampen zu bauen. Die Bahn müßte aus horizontalen, oder nur 1 auf 1000 fallenden Theilen, und aus Rampen von 1 auf 92, von 320 Ruthen lang, und 41½ Fuß hoch, zusammengesetzt seyn. Dieselben müßten wenigstens 530 Ruthen von einander entfernt seyn, damit die Dampfwagen, die ihre große Geschwindigkeit angewendet haben, eine Rampe zu ersteigen, wieder die nöthige Geschwindigkeit für die folgende Rampe erlangen könnten. Nach diesem System also, könnte eine Eisenbahn mit 48 Fuß Abhang auf 852 Ruthen lang, also mit einem Gefälle von 1 auf 213 gebaut werden, auf welcher Personenwagen nahe an 8400 Ruthen in der Stunde zurücklegen würden. Die Stationen einer solchen Bahn würden nur auf die Gipfel der Rampen gelegt werden können. Mit ihrem Fuße müßten die Rampen immer auf gerade Linien zutreffen.

Es mögen nun Rampen zugelassen, oder vermieden werden, so bleibt es noch übrig, entweder die dieselben verbindenden Strecken, oder die ganze Linie selbst zu bestimmen. Dazu

ist nöthig, zwei Bestimmungen fest zu stellen: die des Gefälles und die der Aenderung der Richtung.

Da die Dampfwagen Abhänge mit 1 auf 90 Gefälle, die dann für sie Rampen heißen, nur mit geringer Geschwindigkeit zu ersteigen vermögen, so dürfen in der gewöhnlichen Linie keine solchen Abhänge stattfinden. Folgendes sind die stärksten Abhänge, welche engländische Ingenieurs für Eisenbahnen annehmen, welche vorzugsweise von Dampfwagen mit großer Geschwindigkeit befahren werden sollen.

Auf der Straße:	Abhang
Von Leeds nach Selby . . .	1 auf 135
„ Dublin nach Klingstown . .	1 auf 168
„ Carlisle nach Newcastle . .	1 auf 200
„ London nach Brighton (Project)	1 auf 200
„ Liverpool nach Birmingham .	1 auf 290
„ London nach Birmingham .	1 auf 330
„ London nach Bristol (Project) .	1 auf 380

Die Dampfwagen bei Liverpool haben bergauf, folgende Geschwindigkeiten:

19117	Ruthen in der Stunde auf horizontaler Bahn	
12427	„ „ „ „ einem Abhang von	1 auf 1080
10514	„ „ „ „ „ „ „	1 auf 849
8603	„ „ „ „ „ „ „	1 auf 500
1530	„ „ „ „ „ „ „	1 auf 96

Man kann also annehmen, daß sie auf einem Abhange von 1 auf 300, welcher bis auf weitere Erfahrungen, das stärkste zuzulassende Gefäll seyn dürfte, 5735 Ruthen Geschwindigkeit in der Stunde haben werden. Wo zwei gegen einander laufende Abhänge auf einer sie verbindenden, zwischen liegenden, Strecke auslaufen, müssen sie mit derselben durch allmählig abnehmende Gefälle verbunden werden. Dieses ist auf der Liverpooler-Straße für einander entgegenlaufende Abhänge von 1 auf 1086 und 1 auf 96 geschehen.

Krümmungen der Eisenbahnen.

Wir haben von denselben bis jezt noch nichts gesagt, weil wir uns die Gelegenheit dazu bei den Straßen für große Geschwindigkeiten vorbehalten wollten, wo dieser Gegenstand am wichtigsten ist.

Wenn zwei paralelle Schienenstrecken eine Krümmung machen, die kreisbogenförmig vorausgesezt wird, so entstehen daraus einige Unbequemlichkeiten für das Fuhrwerk. Wenn nämlich 2 Räder von gleichem Durchmesser an einer und derselben Achse befestigt, auf einer Ebene fortrollen, so beschreiben sie paralelle, gerade Linien. Soll es möglich seyn, daß sie einen Kreisbogen beschreiben, so muß entweder das eine Rad größer seyn, oder es muß geschwinder rollen, als das andere. Da nun beides hier nicht stattfinden kann, so müssen nothwendig die beiden Räder, oder doch das eine muß auf den Schienen gleiten, und sich reiben, etwa so, als wenn die Räder gehemmt wären. Diese Reibung, welche Schienen und Räder ungemein abnuzt, ist der bewegenden Kraft nicht minder nachtheilig; sie macht, daß eine Verstärkung derselben nothwendig ist.

Eins der Mittel, welches man gegen den Uebelstand vorgeschlagen hat, ist, die Achse in der Mitte durchzuschneiden, und zwei Achsenlager mehr zu machen, so daß sich jede halbe Achse, unabhängig von der andern Hälfte, für sich drehen kann.

Ein anderes Mittel ist, innerhalb an der Schienenlinie von größerm Durchmesser, einen ebenen Theil anzubringen, welcher sich mit schwachem Gefälle, bis zu der Höhe der Schienen erhebt, so daß der Radrand hinaufsteigt und in den Fall eines Rades von größerm Durchmesser kommt, also einen Kreis beschreibet, der in dem Verhältniße des Radrandes gegen die Radfelgen, größer ist. Giebt man also der Krümmung der äußern Schienen dieses nämliche Verhältniß, so wird der Uebelstand des Gleitens der Räder gehoben. Aber in den gewöhnlichen Fällen muß dann der Halbmesser der

Bahnkrümmung sehr klein seyn; etwa nur 82 Fuß betragen, was wieder die Schwungkraft zu sehr erhöhet. Auch ist das Mittel nur für geringe Geschwindigkeiten anwendbar, wo die Wagen wenig Antrieb haben, aus der Bahn zu weichen. Desgleichen hält dann der Radrand, weil er auf die Schienen tritt, nicht mehr das Rad in der Bahn fest, und man muß, paralell mit den Schienen, ein vorspringendes Stück anbringen, gegen welches die Felge des Wagens streift.

Während aber die beiden beschriebenen Mittel die Geschwindigkeiten der Räder mit der Länge, welche sie durchlaufen sollen, in Verhältniß bringen, heben sie keineswegs die Schwungkraft auf, welche die Räder gegen die äußern Schienen drängt, die den größern Durchmesser der Krümmung der Bahn haben, oder genauer: das eine Mittel hilft diesem andern Uebelstande nur zum Theil, das andere gar nicht ab.

Um nun der Schwungkraft entgegen zu wirken, legt man die äußern Schienen, die den größern Halbmesser der Bahnkrümme haben, höher, als die innern um so viel, daß das aus der Neigung der Achse entstehende Bestreben der Last des Wagens, nach innen zu, der nach außen drängenden Schwungkraft gleich sey. Aber dieses Mittel hat wieder die Unbequemlichkeit, daß es nur für eine einzige, bestimmte Geschwindigkeit paßt. Für eine geringere Geschwindigket reibt sich das Rad an der innern Schiene, und für eine größere, für welche die Schwungkraft überwiegend ist, an der äußern. Da nun die Geschwindigkeiten beim Bergauf- und Bergabfahren immer verschieden sind, so ist das Mittel zur Abhülfe auf nicht horizontalen Krümmen unzulänglich, wenn man nicht etwa bergab eben so langsam fahren will, als bergauf.

Die Wirkung der Schwungkraft ist sehr gefährlich; sie verursacht nicht blos ein Reiben der Radränder an den Schienen, welches Räder und Schienen beschädigt, sondern wenn die Geschwindigkeit sehr groß, und der Halbmesser der Krümmen der Bahn sehr klein ist, so können die Radränder über die äußern Schienen springen, und da dann nichts der

Schwungkraft sich mehr entgegensetzt, so können die Wagen aus der Bahn kommen, und werden zuweilen selbst umgeworfen. Das Aehnliche sieht man schon an gewöhnlichen Fuhrwerken, wenn sie mit einiger Geschwindigkeit, die aber gegen die der Dampfwagen in keinem Vergleich ist, einen kurzen Bogen beschreiben. Die Wagen werden zur Seite geschleudert, und werfen selbst um. Auch drängt die Schwungkraft die Schienen seitwärts, wo sie sehr wenig Wiederstand leisten.

Man muß deßhalb die Halbmesser der Krümmen der Eisenbahnen so groß machen, als möglich. Die kleinsten Krümmungs-Halbmesser auf ausgeführten Eisenbahnen sind folgende:

Bei Sunderland . .	26½	Ruthen
„ Darlington . .	133	„
„ Liverpool . . .	352	„
„ Runcorn-Gap .	51	„
„ Warrington . .	531	„
zwischen St. Etienne und Andrezieux .	8	„
„ Lyon	133	„
„ Roanne . . .	53	„
„ Epinac . . .	93	„

Auf projectirten oder in der Ausführung begriffenen Eisenbahnen sind sie:

Zwischen Leeds und Selby . .	265	Ruthen
„ Newcastle und Carlisle . .	109	„
„ Dublin und Kingstown .	101	„
„ Liverpool und Birmingham	956	„
„ London und Birmingham .	212	„
„ London und Bristol . .	323	„
„ London und Brighton . .	855	„

Das Hinderniß, welches die Krümmung der Bahn entgegensetzen wird, vermindert durch die Kürze des Bahnwagens, im Verhältniß zu der Entfernung der Schienen oder der Geleisweite, wodurch die Wendung desselben in den Krümmungen erleichtert wird. So beträgt bei den englischen

Bahnwagen bei der Geleisweite im Lichten der Schienen von 4 Fuß 6 Zoll, die Entfernug der beiden Radachsen nur 3 Fuß 3 Zoll bei einem Raddurchmesser von 3 Fuß. Ferner dadurch, daß dem Radkranze eine etwas konische Form gegeben, und die Bahnschiene selbst, oben etwas abgerundet wird. Jene konische Form des Kranzes bewirkt zugleich, daß die Räder eine Tendenz erhalten, gegen die Mitte der Bahn von der Schiene abzugleiten, wodurch sie auf den Schienen so laufen, daß der Spurkranz von der Kante der Schiene entfernt bleibt, und sich weniger an derselben reibt. Durch diese konische Beschaffenheit des Radkranzes ändert sich der Halbmesser des Rades, indem er mehr oder weniger von der Schiene abgleitet, wodurch dann in der Krümmung die Reibung vermindert wird. Beträgt z. B. die Verjüngung des Kranzes = $\frac{1}{2}$ Zoll auf 30 Zoll Durchmesser des Rades, so kann das Rad auf der äußern Schiene auf einem Durchmesser von $29\frac{5}{8}$ Zoll und auf der äußere Schiene auf einem Durchmesser von $29\frac{7}{8}$ Zoll sich bewegen; und in diesem Verhältnisse (237 : 239) können auch die Halbmesser der krummen Bahnen stehen. Folglich wird für die Geleisweite — $4\frac{1}{2}$ Fuß der Krümmungshalbmesser der innern Bahn, bei welcher keine besondere Reibung wegen jener konischen Gestalt mehr entstehen wird, — $533\frac{1}{4}$ Fuß betragen. Um ferner das Abgleiten des Wagens an der äußern Schiene gegen die innere zu erleichtern, werden, wie schon weiter oben bemerkt, die Schienen an der Außenseite der Krümmungen immer höher, als an der innern Seite gelegt, welche Erhöhung bei den schärfsten Krümmungen, deren Halbmesser beiläufig 40 Klafter ist, für die Geleisweite von $4\frac{1}{2}$ Fuß, 4 bis 5 Zoll beträgt. Dadurch wird zugleich die Wirkung der Schwungkraft aufgehoben, durch welche der Wagen bei schneller Bewegung nach auswärts getrieben würde.

Da indessen durch diese Einrichtungen des Radkranzes bei schärfern Krümmungen der entstehende Wiederstand nur zum Theil vermieden, auch der Nachtheil damit verbunden ist, daß der Kranz nnr mit einer kleinen Fläche auf der

Schiene läuft, wodurch die Abnutzung befördert wird; so ist es bei starken Krümmungen des Weges, und wenn das Fuhrwerk nicht mit großer Geschwindigkeit geht, vorzuziehen, die Bahn in gerader Linie fortzuführen, und da, wo die Bahnlinie sich brechen soll, die bereits in dem vierten Kapitel erwähnten Drehscheiben anzubringen, mittelst welcher in geraden gebrochenen Linien, jede Krümmung des Weges umfahren werden kann. Außerdem giebt man dem Wagen selbst eine solche Einrichtung, daß das Langwied, durch welches die Verbindung der beiden Radachsen hergestellt wird, oder daß dessen Stelle vertretende Wagengerüst, in der Mitte seiner Länge getrennt, und hier mittelst eines Zapfens oder Schlüssels beweglich ist, so daß die Stellung der Achse der Hinterräder, von jener der vordern Achse unabhängig wird, wodurch letztere zum Behufe der Leichtigkeit der Wendung sich mit der erstern nach Maaßgabe der Bahnkrümmung in einen Winkel stellt. Am vollständigsten endlich wird der in der Krümmung entstehende Widerstand beseitigt, wenn jedes Rad eine eigene Achse hat.

Dreizehntes Kapitel.

Von den Kosten, welche die Anlage der Eisenbahnen verursachen, so wie von dem Verhältniß der Bruttoeinnahme zur Nettorevenue bei verschiedenen Eisenbahnen.

Die Kosten der Eisenbahnen fallen nach Beschaffenheit des Terrains, welches sie durchlaufen, der Construction, welche dabei angewendet worden, und des ortsüblichen Preises der Materialien und des Arbeitslohns sehr verschieden aus. Man

hat behauptet, daß die Bahnen in Deutschland nur die Hälfte, ja sogar nur ein Drittel des Preises der Bahnen in England kosten würden, und hat diese Behauptung auf die Voraussetzung gegründet, daß der Preis der Grundstücke, der Materialien und des Arbeitslohns in Deutschland niedriger stehe, als in England. Der Gegenstand ist von Wichtigkeit für den Zweck unseres Werks, so daß wir zuvörderst etwas näher darauf eingehen wollen, wobei wir wieder der oft erwähnten trefflichen Schrift des Herrn Crelle „Einiges allgemein Verständliche über Eisenbahnen" folgen. Man behauptet nämlich häufig, daß, obgleich die Frequenz auf den Straßen in Deutschland im Durchschnitt geringer sey, als in England, doch auch die Kosten des Lebensunterhaltes es ungefähr in gleichem Verhältnisse seyen, also auch die Anlagekosten von Eisenbahnen, und daß folglich Eisenbahnen, weil sie in England gute Zinsen trügen, sich auch in Deutschland rentiren würden.

Daß die Frequenz in Deutschland meistens geringer ist, als in England, ist ganz wahr, so wie auch, daß es die Kosten des Lebensunterhaltes sind, aber daß in gleichem Verhältnisse die Anlagekosten von Eisenbahnen in Deutschland geringer seyn sollten, als in England, kann nicht zugegeben werden. So ist zum Beispiel ein Hauptartikel zu der Anlage der Eisenbahnen, das Eisen, in England, im Allgemeinen wohlfeiler, als in Deutschland, und hauptsächlich ist dies der Fall mit den gewalzten Schienen, die man aus diesem Grunde aus England kommen läßt, woselbst der Zentner nur ungefähr $4\frac{1}{3}$ Rthlr. kostet, während er in Deutschland, wo es erst wenige Hüttenwerke giebt, die dieses Fabrikat zu liefern vermögen, wenigstens auf 6 Rthlr. zu stehen kommt. Der Tagelohn ist ferner in England zwar allerdings 2 bis 3 Mal so hoch, als in Deutschland; aber bekanntlich leistet auch der englische Arbeiter, besser genährt, geübter und gewandter fast in demselben Verhältniße mehr, als der Deutsche. Der Beweis im Großen liegt wieder darin, daß bekanntlich die deutschen Fabriken, selbst diejenigen, welche viel gemeine

Handarbeit erfordern, nur mit großer Schwierigkeit mit den englischen concuriren und Preis halten können. Nebenwerke, z. B. Brücken in den Straßen, sind ebenfalls in England nicht auffallend theurer, als in Deutschland. Die Brücke am Santey z. B. auf der Liverpooler-Bahn, mit 9 Bogen, jeder von 48½ Fuß Spannung, 24 Fuß zwischen den Geländern breit, und unter den Bögen bis 58 Fuß hoch, hat etwa 300,000 Rthlr. gekostet; in Berlin würde eine solche Brücke, nach der gewiß sichern Behauptung des Herrn Crelle mehr gekostet haben. Die Irwellbrücke, 63 Fuß weit, 30 Fuß hoch, und gegen 60 Fuß breit, hat etwa 58,000 Rthl. gekostet; die Brücke von Newton mit 4 Bogen, jeder von 29 Fuß weit, gegen 30 Fuß breit, und 27 Fuß hoch, von Ziegeln erbaut und mit Quadern bekleidet, etwa 36,000 Rthl.; die Brücke Nro. 52. über den Bridgewater-Kanal, mit 2 Bogen von 21 Fuß Weite, 30 Fuß Breite, und 20 Fuß Höhe, gegen 8000 Rthlr. Alle diese Brücken würden in Deutschlands nicht leicht weniger kosten. Nur der Grund und Boden ist in England bedeutend theurer, als in Deutschland; auch kommen große Nebenkosten vor, die in Deutschland in der Regel gänzlich wegfallen. So z. B. haben bei der Liverpooler-Bahn die Kosten der Parlamentsacte allein an 200,006 Rthlr. (auf die Meile berechnet gegen 30,000 Rthlr,) betragen. Außer diesen Artikeln aber kann nicht zugegeben werden, daß der Bau der Eisenbahnen selbst, in England bedeutend theurer sey, als in Deutschland; auch sind im Ganzen die Kosten ausgeführter und beabsichtigter Eisenbahnen dort nicht weit höher, als hier. Wenn man von den englischen Eisenbahnen spricht, so hat man meistens, gleichsam unwillkührlich, die Liverpooler-Bahn im Sinne. Allein die in der That ungeheuren Kosten derselben, von mehr als 800,000 Rthlr. für die Meile (mit Einschluß des Fuhrwerks), mit 4 Reihen Schienen, rühren zuverlässig nicht von der englischen Theurung, sondern, außer von den oben erwähnten Nebenkosten und der Theurung des Grund und Bodens, die aber doch zusammengenommen, nur einen

Unterschied von vielleicht nicht viel über 100,000 Rthlr. auf die Meile ausmachen, insbesondere nur von den Terrainschwierigkeiten her, oder vielmehr von der Art, wie man sie zu überwinden gesucht hat. Die 50 und 60 Fuß hohen Dämme, die 70 Fuß tiefen Einschnitte, zum Theil in Felsen, die unterirdischen Theile der Straße, die Durchdämmung des weit ausgedehnten Katzen-Sumpfes (Chat-Moss) u, s. w. haben ungeheure Summen erfordert, und es ist sehr die Frage, ob die Liverpooler-Bahn, wenn sie so, wie sie ist, in Deutschland gebaut worden wäre, viel weniger gekostet haben würde. Dagegen giebt es in England Eisenbahnen, die nicht mehr, und andere, die sogar weniger gekostet haben, als auf dem Continent. So hat z. B. die Bahn von St. Helen-Runcorn mit zwei Reihen Schienen, nur etwa 300,000 Rthlr. die deutsche Meile gekostet. Die Bahn von Boston nach Leigh etwa 350,000 Rthlr.; die Bahn von Canterbury nach Whitestable etwa 275,000 Rthlr., die von Darlington nach Stockton etwa 165,000 Rthlr. In Deutschland giebt es noch wenig ausgedehnte Eisenbahnen, welche zum Vergleich paßten; die von Nürnberg nach Fürth führende, welche ungefähr $^7/_8$ Meilen lang ist, hat 100,000 Rthlr. gekostet. In Frankreich und Belgien aber, wo die Preise der Dinge von denen in Deutschland wenig verschieden sind, haben die Eisenbahnen nicht weniger gekostet, als in England, Z. B. die Bahn bei Roanne auf die Meile 200,000 Rthlr., die von St. Etienne nach Lyon, 450,000 Rthlr. die Meile. Die Bahn von Antwerpen nach Brüssel hat im Durchschnitt ungefähr 200,000 Rthlr. die Meile. Die Kosten der projectirten Eisenbahn zwischen Berlin und Potsdam, wo das Terrain so überaus günstig ist, wo nur unbedeutende Brücken zu erbauen seyn werden, wird, mit dem Fuhrwerk, die Meile über 150,000 Rthlr. kosten. Hier folgt nun erst das auf der Beilage Stehende.

Die Direktionen dreier Eisenbahnen machen detaillirte Rechnungen über die Benutzung dieser Unternehmungen alle Jahre bekannt, nämlich die Direktionen der Eisenbahnen von

Manchester, von Lyon und von Budweis. Die Direktionen der andern Gesellschaften machen ihre Jahresrechnungen entweder nicht durch den Druck bekannt, oder es enthalten diese Rechnungen nur die ganze Summe der Einnahmen und Auslagen, so daß man über die einzelnen Theile dieser Auslagen nicht unterrichtet wird.

Die Manchester = und Liverpooler=Bahn=Direktion vertheilt alle sechs Monat einen gedruckten Bericht, welcher sämmtliche Einnahmen und Ausgaben mit allem Detail aufgeführt enthält, und da die Verwaltung dieser Bahn nur ganz vorzüglichen, des öffentlichen Vertrauens würdigen Personen anvertraut ist, so kann man die in der folgenden Tabelle A vorkommenden Zahlen als zuverläßige, durch die Erfahrung bestätigte Resultate ansehen, und es wird sich nur in jedem einzelnen Falle darum handeln, die Localumstände einer zweiten Bahn zu berücksichtigen, um hierauf einen festen Anschlag gründen zu können.

Die Lyon=St. Etienne=Eisenbahn=Direktion schließt ihre Rechnungen jährlich am letzten October ab; die Resultate der Bahnbenutzung für das Jahr vom 1. November 1833 bis zum letzten Oktober 1834, dann für das Jahr vom 1. November 1834 bis zum letzten Oktober 1835, sind in der nachstehenden Tabelle B enthalten.

Die Budweis=Linzer=Eisenbahn=Direktion macht zwar in ihrem gedruckten Berichte nur einen Auszug des stattgehabten Verkehrs und sämmtlichen Auslagen und Einnahmen der ganzen Unternehmung bekannt; sie ertheil jedoch einem jeden Actionair auf Verlangen einen detaillirten Rechnungs=Abschluß. Nachstehende Tabelle C enthält die genaue Zusammenstellung der bei dieser Bahn stattgehabten Auslagen und Einnahmen während deren Benützung vom 1. März 1833 bis letzten Dezember 1835.

Wir entlehnen diese Tabelle, so wie die sich daran schließenden Betrachtungen aus einer kleinen Schrift des Herrn Franz Anton Ritter von Gerstner: „Ueber die Vortheile der Anlage einer Eisenbahn von St. Petersburg nach Zarskon=

s-Linzer-Bahn.

	Jan. Dez. 4		Vom 1. Jan. bis 31. Dez. 1385.		Zusammen		Von der ganzen Brutto-Einnahme nach o/o.
	ent.		Convent.		Convent.		
	.	Kr.	Gulden.	Kr.	Gulden.	Kr.	
1.							
	5	52	78,472	48	185,452	50	
2.	1	43	3,294	38	8,883	19	
3.	6	52	2,639	6	6,343	39	47,8
4.	4	24	1,202	30	2,755	12	
5.	9	9	3,493	37	5,962	46	
6.	8	3	4,796	34	10,429	13	
7.	4	50	2,934	26	3,959	16	
8.	)	55	8,190	23	23,114	57	
9.	1	4	1,496	11	3,857	59	
10.	9	27	989	3	3,655	57	
11.	6	52	12,276	7	18,214	21	13,2
12.	8	2	3,109	29	7,387	32	
13.	5	50	605	53	2,199	37	
14.	5	52	808	42	2,340	56	
15.	7	40	680	26	1,293	25	
16.	4	—	5,483	40	18,260	40	
17.	2	29	2,692	35	7,537	1	6,1
18.		—	314	31	1,038	22	
19.	7	57	864	11	1,583	17	
20.	8	20	2,211	57	11,464	2	
21.	3	22	9,555	40	17,455	54	32,9
22.	7	8	51,484	46	125,216	55	
	8	51	197,597	13	468451	50	100

:pool=Manchester=, St. Etienne=Lyoner=

ool=Manchester=Bahn.

Jahr 1834.			Jahr 1835.			Zusammen			Von der ganzen Brutto=Revenüe nach %
Liv.	S.	d.	Liv.	S.	d.	Liv.	S.	d.	
15,482	14	9	18,384	17	1	55,990	15	6	
17,884	11	11	18,748	4	7	68,834	5	5	
1,354	8	0	1,382	8	0	5,361	11	4	
4,531	17	6	5,624	17	5	14,739	18	3	
6,376	2	7	7,764	15	4	24,039	17	8	39,6
34,006	10	5	32,143	17	9	118,060	18	10	
705	0	0	705	0	0	3,141	9	8	
265	2	8	411	17	3	933	8	5	
1,962	17	1	2,343	14	0	8,378	13	10	
17,314	6	3	13,653	6	2	58,317	1	1	8,2
1,356	10	8	1,423	13	9	3,741	11	11	
591	3	0	581	14	0	2,341	10	0	
937	11	5	3,504	16	8	6,630	19	11	
1,764	3	5	1,819	5	7	6,589	7	2	
2,050	2	5	2,309	16	2	8,591	17	0	
200	0	0	450	0	0	1,068	7	5	7
597	6	11	434	11	10	5,323	11	11	
4,508	14	4	5,513	14	3	19,916	13	1	
307	14	9	579	14	2	1,974	9	1	
116	15	0	95	3	4	541	19	5	
12,271	18	5	15,934	12	2	49,236	19	2	45,2
75,038	2	11	83,621	0	0	292,274	7	0	
99,683	14	5	217,430	19	6	756,029	13	1	100

Selo und Pawlowsk ꝛc." (St. Petersberg 1836.) Diese Eisenbahn wird von dem genannten berühmten Mechaniker jetzt ausgeführt.

(Siehe Tabelle A.)

B. Uebersichts-Tabelle sämmtlicher Auslagen bei der Lyon-St. Etienne Eisenbahn.

	Jahr 1834		Jahr 1835		Zusammen		Von der ganzen Brutto-Revenüe nach %
	Fr.	C.	Fr.	C.	Fr.	C.	
1. Transportkosten . .	597583	39	845200	26	1442783	65	48,0
2. Kosten der Zugkraft bei dem Personentransporte	155185	50	133067	85	288253	35	
3. Unterhaltungskosten des Materials	83813	82	296397	17	382210	99	
4. desgleichen der Wagen bei dem Personentransporte	13763	55	10256	52	24020	7	
5. Conducteurs	10392	81	9485	19	19878	3	
6. Omnibus von Lyon .	18203	—	10048	—	28251	—	
7. Unterhaltungskosten der Bahn	188150	58	365532	7	553682	65	12,5
8. desgleichen der Brücke de la Mulatière . .	4703	36	12066	26	16769	62	
9. Administrationskosten .	93397	95	86140	21	179538	16	7,5
10. desgleichen bei dem Personentransporte . .	9523	54	10350	9	19873	63	
11. Diverse Auslagen . .	6087	38	13538	93	19626	31	
12. desgleichen bei dem Personentransporte . .	4866	64	5494	36	10361	—	
13. Indirecte Auflagen .	53588	58	49519	26	103107	84	
14. Interessen, Disconto, Miethe ꝛc.	2989	42	5797	53	8784	95	
15. Nettogewinn der Actionaire	737381	18	719751	63	1457132	81	32,0
Bruttorevenüe-Summa	1979630	73	2574643	33	4554274	6	100

(Siehe Tabelle C.)

Bevor wir die in der letzten Columne der vorstehenden Tabellen angeführten Zahlen näher untersuchen und mit einander vergleichen, wollen wir noch den Verkehr an Reisenden und Gütern, welcher auf jeder Bahn in den letzten zwei

Jahren statt hatte, zusammenstellen. Den Direktionsberichten zufolge, war dieser Verkehr folgender:

Jahr.	Beförderte Reisende auf der			Beförderte Güter auf der		
	Manchester-Bahn.	Lyoner-Bahn.	Budweiser-Bahn.	Manchester-Bahn.	Lyoner-Bahn.	Budweiser-Bahn.
1884	458153	171468	2379	Waaren 203123 Tonnen Steinkohlen 96614 „ Summa 299737 T. jede zu 62⁴/₁₀ Pfd. macht 18618668 Pfd.	Waaren 330876 Tonnen Steinkohlen jede zu 61⁴/₁₀ Pfd. macht 20216524 Pfd.	Salz 265752 öster. Zt. Waaren 139649 öster. Zentner Holz 53080 öster. „ Summa 458481 öst. Zt. oder 1569381 Pfd.
1885	503928	190377	3887	Waaren 215781 Tonnen Steinkohlen 105171 T. Summa 320952 Tonnen oder 19931119 Pfd.	Waaren 433179 Tonnen Steinkohlen oder 26467237 Pfd.	Salz 288192 öster. Zt. Waaren 175145 öster. Zentner Holz 41571 öster. „ Summa 504908 öst. Zt. oder 1728309 Pfd.

Diese Tabelle giebt folgende interessante Resultate:

1) Personen-Verkehr. Im Jahre 1834 wurden auf der Manchester-Bahn 193 Mal, auf der Lyoner-Bahn 72 Mal so viel Reisende, als auf der Budweiser-Bahn, im Jahre 1835 wurden aber auf der Manchester-Bahn 130 Mal und auf der Lyoner-Bahn 49 Mal so viel Reisende, als auf der Budweiser-Bahn geführt. Im Durchschnitte der zwei Jahre verhält sich der Personen-Verkehr auf der Manchester-Bahn zu dem Verkehr auf der Lyoner-Bahn und zu jenem auf der Budweiser-Bahn wie die Zahlen 154=58=1.

2) Verkehr an Gütern. Im Jahre 1834 wurden auf der Manchester-Bahn 12 Mal, und auf der Lyoner-Bahn 13 Mal, im Jahre 1835 aber auf der Manchester-Bahn 12 Mal, und auf der Lyoner-Bahn 15 Mal so viel Güter, als auf der Budweiser-Eisenbahn transportirt. Im Durchschnitte der zwei Jahre verhält sich der Güter-Verkehr auf der Manchester-Bahn zu dem Verkehr auf der Lyoner-Bahn und zu jenem auf der Budweiser-Bahn, wie die Zahlen 12=14=1.

3) Kommen hier noch in nothwendige Betrachtung die Steigungen und die Krümmungen jeder Bahn. Die Liverpool-Manchester-Bahn hat in dem Tunnel unterhalb der Stadt Liverpool auf 844 Faden [1]) Länge eine Steigung von 1:48, wo also die Wagen mittelst Seilen durch die feststehende Dampfmaschienen, (Ausgabenposten Nro. 9) aufgezogen werden müssen, dann kömmt eine Strecke von 1131 Faden mit der Steigung 1:96 und eine gleiche Länge mit dem Gefälle 1:96 vor, in der übrigen Länge hat die Bahn Steigungen oder Gefälle, welche das Verhältniß von 1:880 nicht überschreiten, folglich als beinahe horizontal angesehen werden können. Die Krümmungen dieser Bahn sind nirgends mit einem kleinen Halbmesser als 933 Faden beschrieben.

Die Lyoner-Bahn hat in ihrer ganzen Länge von St. Etienne bis Lyon ein ziemlich bedeutendes Gefälle,

---

[1]) 1 Faden ist fast = 7 rheinl. Fuß.

welches in einer Strecke von 19890 Metres das Verhältniß 1 : 74 hat, die Wagen müssen sonach gebremset werden, und es sind schon mehre Unglücksfälle entstanden; der kleinste Krümmungshalbmesser bei dieser Bahn beträgt 100 Metres (47 Faden.)

Die Budweis = Linzer = Bahn wurde in der 9 deutsche Meilen langen Strecke von Budweis bis Leopoldschlag unter Leitung des Herrn Fr. A. Ritter von Gerstner erbaut. Nach den von ihm aufgestellten Grundsätzen wurde in dieser ganzen Strecke nirgends eine erstiegene Höhe verloren, diese Strecke in drei Stationen getheilt, in deren jeder die Steigungen beinahe gleich waren; als Maximum der Steigung war aber das Verhältniß 1 : 120, und als Minimum des Krümmungshalbmessers die Größe von 100 Wiener Klaftern (89 Faden) bestimmt. Bei der Fortsetzung des Baues von Leopoldschlag nach Linz wurden jedoch ganz andere Grundsätze aufgestellt, indem einmal die Höhe von 172 engl. Fuß, dann 75 und an einem dritten Orte 60 engl. Fuß erstiegen wurde; ferner ist in der Länge von $1^1/_4$ deutsche Meilen die bedeutende Steigung von 1 : 46, endlich an vielen Orten ein Krümmungshalbmesser von $13^2/_3$ Faden (15 Wiener Klafter) angenommen worden. Der Erfolg hiervon war auffallend; laut dem Direktionsberichte vom Februar 1830, Seite 25, wurde damals für die Bespannung der Eisenbahnwagen kontraktmäßig ein Beitrag von 2 Kreuzer für die 9 Meilen lange Strecke von Leopoldschlag bis Budweis und 1 Kreuzer von Budweis bis Leopoldschlag gezahlt; seit aber die Bahn auf 18 deutsche Meilen bis Linz verlängert ist, kostet die Fracht 5 Mal so viel, denn noch im Jahre 1835 wurde für die Bespannung der Eisenbahnwagen pro Zentner von Linz bis Budweis $10^{26}/_{100}$ Kreuzer von Budweis bis Linz aber $5^{64}/_{100}$ Kr. bezahlt. Man sieht hieraus, wie äußerst wichtig es sey, bei der Tractirung einer Eisenbahn von richtigen Grundsätzen auszugehen.

4) Bauart der Bahn. Die Manchester = und Lyoner = Bahn haben steinerne Brücken und massive gewalzte Schienen, während bei der Budweiser = Bahn in Rücksicht des

viel kleinern Verkehrs blos hölzerne Brücken gebaut und Schienen von 2 Zoll Breite, dann $^1/_3$ Zoll Dicke angekauft und auf hölzerne Unterlagen aufgenagelt wurden.

Mit Berücksichtigung des oben Angeführten, lassen sich nun folgende wichtige Resultate aus den eben drei erwähnten Tabellen ableiten:

I. Die Transportkosten der Reisenden und Waaren, nämlich die Kosten des Auf- und Abladens, des Führens auf der Bahn, dann des fundus instructus, betragen bei der Manchester-Bahn beinahe 40 Procent, bei der Lyoner- und Budweiser-Bahn aber 48 Procent der gesammten Brutto-Einnahme. Da nun die Lyoner-Bahn durchaus ein bedeutendes Gefälle hat, wo die Wagen meistens von selbst herablaufen, während die Budweiser-Bahn über ein Gebirge geht, dessen Höhe einerseits 1076 englische Fuß, anderseits aber 1507 englische Fuß beträgt, so zeigt sich allerdings die Construction der Lyoner-Bahn als sehr schlecht, wie schon wiederholt angeführt wurde. Der Unterschied von 8 Procent zwischen der Manchester- und Budweiser-Bahn, rührt außer dem Gebirge, was die letztere zu überschreiten hat, auch noch von den schwächern Schienen der Budweiser-Bahn her, indem ein Pferd auf denselben weit weniger führt, als wenn sie massiv wären. Als Resultat aller dieser Erfahrungen kann man annehmen, daß die eigentlichen Transportkosten auf jeder Eisenbahn mit wenigstens 40 Procent der Brutto-Einnahme anzuschlagen sind. Es ist einleuchtend, daß die Kosten einen aliquoten Theil der Brutto-Einnahme ausmachen müssen.

II. Die Conservationskosten der ganzen Eisenbahn sammt Gebäuden betragen bei der Manchester-Bahn $8^1/_5$%, bei der Lyoner-Eisenbahn $12^1/_2$%, und bei der Budweiser-Eisenbahn $13^1/_5$%. Hätte man bei der letztern Bahn massive Schienen genommen, so wäre der Betrag für Erneuerung der hölzernen Unterlagen weggefallen, und die Conservationskosten würden bei der Budweiser-Bahn nur noch $9^3/_5$% der Brutto-Einnahme betragen.

Es ist inzwischen weit angemessener, die jährlichen Conservationskosten mit dem ganzen Unternehmungs-Kapitale zu vergleichen, weil der eigentliche Bau sammt Gebäuden den bei weitem größten Theil des ganzen Actien-Kapitals erfordert. Die Manchester-Eisenbahn kostet 1195156 Liv. 13 Sh. 9 d. [1]), welche verglichen mit der obigen Tabelle A unter Nro. 10 und 11 angeführten Auslagen, die jährlichen Unterhaltungskosten mit 13 Liv. von jedem 1000 Liv. des Unternehmungsfonds darstellen. Die Lyoner-Eisenbahn kostete die Summe von 14759478 Francs 16 Cent. welche, verglichen mit den auf Tabelle B unter Posten Nro. 7 und 8 angeführten Auslagen, die jährlichen Unterhaltungskosten mit 19 Francs von jedem 1000 Francs des Unternehmungsfonds ausweisen. Die Budweiser-Bahn kostete die Summe von 1654322 Gulden 7 Kreuzer C M welche, verglichen mit den, unter den Posten Nro. 8 bis 15 der Tabelle C angeführten Auslagen blos 13 Gulden von jedem 1000 Gulden des Baufonds ausmachen. Wollte man die Auslage für Holzerneuerung abschlagen, so betragen die jährlichen Unterhaltungskosten nur noch $9^{3}/_{5}$ Gulden von jedem 1000 Gulden des Baufonds.

Jedermann, welcher nur einige Kenntnisse vom Bauwesen besitzt, wird sich gewiß über diese äußerst unbedeutenden jährlichen Conservations-Auslagen der Eisenbahnen verwundern. Bei der Budweiser-Eisenbahn wurden laut dem Direktionsberichte vom Februar 1830 in der von Herrn von Gerstner erbauten, 9 deutsche Meilen langen Strecke 122 naßgemauerte gewölbte Kanäle von 6 bis 24 Fuß Höhe, 75 hölzerne Brücken mit gemauerten Widerlagen von 6 bis 54

---

[1]) Vergleicht man diese Summe mit den weiter oben speciell angegebenen Kosten der Liverpooler-Eisenbahn, so wird man einen bedeutenden Unterschied finden, allein dieß rührt daher, daß hier die Kosten aller Erweiterungen des Unternehmens bis zum Ende des Jahres 1835 aufgeführt worden sind, oben aber nur die Anlagekosten der eigentlichen Liverpool-Manchester-Bahn bis znm Mai 1830.

Fuß Höhe und 12 bis 72 Fuß Spannung, ferner eine hölzerne Brücke durch den Krumauer Teich von 1284 Fuß Länge, endlich eine 120 Fuß lange Brücke über den Malsch-Fluß erbauet, und außerdem noch 157 kleinere Brücken und Kanäle zum Wasserablaufe unter der Bahn hergestellt; in der Verlängerung der Bahn bis Linz kommen wieder einige Hundert Brücken und Kanäle vor, und doch betragen nach Tabelle C, Posten Nro. 10, die Reparaturen bei allen diesen Brücken, Kanälen, Stütz- und Parapetmauern in 34 Monaten nur 3655 Gulden 57 Kreuzer oder in 12 Monaten noch nicht 1300 Gulden. Kann man sich bei irgend einem Straßenbaue geringere Unterhaltungskosten denken? Ist dieses ziffermäßige Resultat nicht der sprechendste Beweis für die zweckmäßige Bauführung?

Nach allen diesen Erfahrungen kann man annehmen, daß bei einer von verständigen Ingenieurs erbauten Eisenbahn, die jährlichen Auslagen der Conservation oder Unterhaltung der ganzen Bahn sammt Gebäuden höchstens mit $1^1/_2$ Procent des ganzen Unternehmungsfonds anzunehmen seyen.

III. Die Kosten der Direktion oder Administration der Unternehmung sammt allen diversen Auslagen, also die sämmtlichen Regiekosten, betragen bei der Manchester-Bahn 7%, bei der Lyoner $7^1/_2$%, und bei der Budweiser-Bahn 6%. Da in den Auslagen der erstern zwei Bahnen bedeutendere Steuern oder Taxen, welche an die Krone und an die Armenfonds entrichtet wurden, erscheinen, so läßt sich, wenn man diese Steuern nicht in Anschlag nimmt, behaupten, daß die sämmtlchen Regie- und diverse Auslagen einer Eisenbahn nicht über sechs Procent der Brutto-Einnahme betragen. Es leuchtet von selbst ein, daß diese Regiekosten immer einen aliquoten Theil der Bruttorevenüe ausmachen.

IV. Werden die Auslagen für den Transport 1, für die Conservation (II), dann für die Regie (III) von der gesammten Brutto-Einnahme abgezogen, so ergiebt sich der reine Gewinn der Unternehmung; dieser beträgt bei der Manchester-Bahn $45^1/_3$ Procent der Brutto-Einnahme, bei der

Lyoner-Bahn aber nur 32%, dann bei der Budweiser-Bahn beinahe 33% der Brutto-Einnahmen. Hätte man bei der Budweiser-Bahn das Baukapital vermehrt und massive Schienen angenommen, so daß die, Tabelle C, Post Nro. 11 angeführte Auslage für Erneuerung der Holzbahn wegfiele, so würde der Gewinn der Unternehmung beinahe 37% der Brutto-Einnahme betragen. Die Ursachen, welche bei der Lyoner-Bahn eine so geringe Nettorevenüe geben, sind lediglich in dem schlechten Baue jener Bahn zu suchen, wie schon früher bemerkt wurde.

Der reine Gewinn der Eisenbahn-Unternehmungen ist nicht jederzeit der Dividende der Actionaire gleich. Bei der Manchester-Bahn besteht das Actienkapital in 796875 Liv. Sterl. und die Darlehen in beinahe 400000 Liv. Sterl., welche mit beiläufig 3¾% verzinset werden. Hiedurch ergiebt sich eine Dividende, wie man aus Tabelle A Posten Nro. 22. sieht, mit 9½ Procent für die Actien. Würde aber das ganze Kapital von ungefähr 1200000 Liv. Sterl. durch Actionaire eingezahlt worden seyn, so würde die Dividende derselben nur 7%, nämlich die Summe von Posten Nro. 21 und 22 betragen; die Aufnahme der Darlehen, welche überdies nicht nach und nach zurückgezahlt werden, sondern als fortwährende Schuld stehen bleiben, ist also für die Actionaire der Manchester-Bahn von wesentlichem Vortheile.

Bei der Budweiser-Bahn ist der Fall gerade umgekehrt. Der baare Gewinn dieser Bahn erscheint Tabelle C Posten Nro. 22.; der Gewinn aus einem von der Gesellschaft begonnenen Salzhandel belief sich nebstbei, laut den öffentlich bekannt gemachten Direktionsberichten vom

1. März 1833 bis den 31. Dez. 1833 auf 34387 fl. 34 kr. C. M.
1. Jän. 1834 „ „ 31. Dez. 1834 auf 35711 fl. 59 kr. „ „
1. „ 1835 „ „ 31. Dez. 1835 auf 38890 fl. 59 kr. „ „

Zusammen also in 34 Monaten sammt
dem Gewinn aus der Bahnfracht auf 234252 fl. 27 kr. „ „
welche verglichen mit dem, für den Bau sammt Zugehör

wirklich verwendeten Kapitale pr. 1654322 Gulden 7 Kreuzer gerade 5 Procent betragen. Hätten also die ersten Actionaire nicht blos 765200 Gulden C. M., sondern auch das übrige Kapital eingeschlossen, so würde jeder Actionair ohne Ausnahme seit 3 Jahren eine fünfprocentige Dividende beziehen, obgleich laut Tabelle C Posten Nro. 20 und 21 jährlich nicht unbedeutende Summen für neue Bauten verwendet werden. Leider haben die Actionaire durch Ereignisse, die hier anzuführen zu weitläufig sein würde, eingeschüchtert, es vorgezogen, Darlehen unter lästigen Bedingungen und auf so kurze Termine zu machen, daß fortwährend ein bedeutender Theil der Erträgnisse zur Verzinsung und Tilgung dieser Kapitale verwendet wird. Wir glauben, dies wird heute von den verständigen Actionairs dieser Bahn eben so bedauert, als daß man bei der Fortsetzung des Baues die oben erwähnten unrichtigen Grundsätze annahm. Erwägt man ferner, wie oben gezeigt wurde, daß der Verkehr an Reisenden auf dieser Bahn 154 Mal kleiner und von Gütern 12 Mal kleiner, als auf der Manchester-Bahn sey, daß also auf dieser Bahn ein wirklich sehr unbedeutender Verkehr stattfindet, selbe aber dennoch 5% des verwendeten Bau-Kapitals trägt, so dient in der That diese österreichische Bahn mehr, als jede andere zum Beweise, daß auch bei einem unbedeutenden Verkehr, selbst in gebirgigen Gegenden, die Unternehmung lohnend seyn könne, wenn sie anders mit Sachkenntniß und Thätigkeit geleitet wird.

Vergleichung des Gewinnes einer Eisenbahn aus der Beförderung von Reisenden mit dem Gewinne aus dem Transporte von Gütern.

Da die Eisenbahn von St. Petersburg nach Zarskoe-Selo und Pawlowsk vorzüglich auf den Verkehr von Reisenden begründet wird, so ist es von besonderer Wichtigkeit, das Verhältniß zu kennen, in welchem der Gewinn aus dem Per-

ſonenverkehr zu jenem aus dem Gütertransport ſteht. Dies können wir am Genaueſten aus den Rechnungen der Manchester- und Lyoner-Eiſenbahn ſehen, die Budweiſer-Eiſenbahn kann hier nicht in Anſchlag kommen, weil dort der Perſonenverkehr gar zu unbedeutend iſt. Sämmtliche Auslagen, welche bei der Liverpool-Manchester-Bahn in den 4 Jahren vom 1. Jänner 1832 bis letzten Dezember 1835 ſtatt hatten, laſſen ſich auf folgende Weiſe in Auslagen für den Perſonen- und Gütertransport zertheilen:

	Perſonen-Transport.			Güter-Transport.		
	Liv. St.	Sh.	d.	Liv. St.	Sh.	d.
Bruttorevenue . . .	413,379	12	4	342,650	0	9
Auslagen						
Gemäß Tab. A Poſt Nro. 1 und 3. . .	61,352	6	10			
Gemäß Tab. A Poſt Nro. 2, 4 und 5.	—	—	—	107,614	1	4
Gemäß Tab. A Poſt Nro. 13	655	18	11	5,975	1	0
Werden die übrigen Auslagen von 238,920 Liv. 18 Sh. 10 d. Bruttorevenue reparirt, ſo entfallen für den . . .	130,636	8	11	108,284	9	11
Summa der Auslagen	192,644	14	8	221,873	12	3
Es ergiebt ſich alſo die Nettorevenue für den	220,734	17	8	120,776	8	6
	oder 53,4% der Bruttorevenue.			oder 35,2% der Bruttorevenue.		

Bei der Lyoner-Eiſenbahn wurden die Auslagen für das Jahr 1834 nicht genau zwiſchen dem Perſonen- und Gütertransporte abgeſchieden; wir können ſelbe daher nur für das zweite Jahr, nämlich für die Zeit vom 1. November 1834 bis letzten Dezember 1835 zuſammenſtellen, und wir erhalten:

	Personen-Transport		Güter-Transport.	
	Francs.	Cent.	Francs.	Cent.
Haupt-Bruttorevenue . . .	492,360	65	1,932,680	19
Wird die übrige Bruttorevenue von 149,602 Francs 19 Cent. nach dem Verhältnisse der Haupt-Bruttorevenue repartirt, so entfällt für den	30,374	19	119,228	—
Gesammte Bruttorevenue . .	522,734	81	2,051,908	49
Auslagen				
Nach Tabelle B Post Nro. 2, 4, 5, 6, 10, 12 und 13 . .	228,221	27	—	—
Nach Tabelle B Post Nro. 1, 3, 9 und 11	—	—	1,243,276	57
Werden die übrigen Auslagen von 383,393 Francs 86 Cent. nach Verhältniß der gesammten Bruttorevenue repartirt, so entfallen für den	77,841	20	305,552	66
Summa der Auslagen . .	306,672	37	1,548,829	23
Es ergiebt sich also die Nettorevenüe für den . . .	216,672	37	503,079	26
	oder 41,4% der Brutto-Revenüe.		oder 24,5% der Brutto-Revenüe.	

Diese Tabellen zeigen, daß bei der Mancheſter-Bahn der Nettogewinn bei dem Perſonentransport über 53% und bei der Lyoner-Bahn über 41% der Bruttoeinnahme betrage. Der Unterſchied von 12% liegt theils in der Solidität des Baues, theils in der weit größern Anzahl der Reiſenden, welche die Mancheſter-Bahn befahren. Bei dem Gütertransport auf der Mancheſter-Bahn beträgt dagegen der reine Gewinn etwas über 35%, bei der Lyoner-Bahn aber nur 24½% der Bruttoeinnahme. Der Unterſchied liegt vorzüglich wieder in der ſchlechtern Ausführung der Lyoner-Bahn.

Werden die Resultate der vorstehenden zwei Tabellen zusammengestellt, so erhalten wir folgende Uebersicht.

	Anzahl der transportirten		Nettorevenüe von					Verhältniß der Nettorevenüe eines Reisenden zu der eines Puds Güter.
	Reisenden.	Pud Güter.	allen Reisenden.	sämmtlichen Gütern.	einem Reisenden.	einem Pud Güter.		
1832 bis incl. 1835	1,705,518	69,908,516	Liv. Sh. d. 220734 17 8	Liv. Sh. d. 120776 8 6	31 d.	$^{3}/_{5}$ d.		77 : 1
Manchester-Bahn. 1835								
Lyoner-Bahn.	190,377	26,476,237	Fr. C. 216,672 37	Fr. C. 503,079 26	114 C.	$1^{4}/_{5}$ C.		63 : 1
								Mittleres Verhältniß 70 : 1

Hieraus ersehen wir das äußerst wichtige Resultat, daß bei einer Eisenbahn der reine Gewinn aus der Beförderung eines Reisenden eben so groß sey, als der Gewinn aus dem Transport von 70 Pud [1]) Gütern. Man darf aber ja nicht der Meinung seyn, daß dieß Verhältniß nur stattfindet, wenn die meisten transportirten Güter nur von geringem Werthe sind, folglich einen unbedeutenden Frachtlohn zahlen; denn gerade bei der Manchester-Bahn, wo das Verhältniß 1: 77 als Resultat der vierjährigen Bahnbenutzung stattfindet, wurden in dieser Zeit von Waaren, nämlich rohe Baumwolle, Twiste, Manufaktur- und andere Waaren 773,051 Tonnen von Steinkohlen aber nur 352,690 Tonnen, folglich über 2 Mal so viel Waaren, als Steinkohlen transportirt. Bei der Lyoner-Bahn werden zwar meistens Steinkohlen transportirt, allein das Verhältniß 1: 63 ist nur aus der Benutzung eines Jahres abgeleitet, wir können also bei dem Verhältniß 1: 77 oder 1: 70 mit voller Sicherheit stehen bleiben.

Aus diesem merkwürdigen Resultate sehen wir, daß die Unternehmung von Eisenbahnen vorzüglich nur in jenen Gegenden vortheilhaft sey, wo ein sehr lebhafter Personenverkehr stattfindet; dagegen werden sich Eisenbahnen in Gegenden, wo blos Güter transportirt werden, nicht so gut rentiren. Sind diese Güter von geringerem Werthe, so daß ihr Frachtlohn nicht viel betragen darf, so wird selbst ein sehr bedeutendes Frachtquantum dieser Güter nicht jenen reinen Nutzen geben, welchen eine viel geringere Anzahl Reisender abwirft. Diese Ansicht, welche ganz aus der in Ziffern ausgesprochenen Erfahrung entlehnt ist, zeigt, daß von den vielen gegenwärtig in allen Gegenden der Welt, theils schon im Baue begriffenen, theils projectirten Eisenbahnen allerdings jene einen reichlichen Gewinn geben können, wo ein hinlänglicher Verkehr von Reisenden vorhanden ist, übri-

---

1) Pud = 34,2 Cölln. Pfunde.

gens aber der Bau nach richtigen Grundsätzen geleitet wird. Von den projectirten Eisenbahnen in Deutschland und in Nordamerika werden sich also gewiß viele gut verzinsen, denn die Reiselust nimmt dort in einer ungemein steigenden Proportion zu. Es ist bekannt, daß in den vereinigten Staaten und zwar vorzüglich in Pensylvanien und New-York die Reiselust so weit gediehen sey, daß beinahe jede Familie von einigem Wohlstande mehrere Wochen des Jahres auf Reisen zubringt; hierdurch erklärt sich nun ganz richtig die bedeutende Zahl der dort unternommenen Eisenbahnbauten.

Da bei der Manchester-Bahn ein Reisender denselben Gewinn für die Actionaire wie 77 Pud Waare giebt, so folgt, daß in dieser Hinsicht die im Jahre 1834 beförderten 503,928 Reisende einem Quantum von 38,802,456 Pud Gütern gleich kommen, daß also die Actiengesellschaft aus einem Gesammttransporte von 58,733,575 Pud Gütern blos denselben reinen Nutzen gezogen hätte, welchen sie in demselben Jahre aus der Beförderung von 503,928 Reisenden und 19,931,119 Pud Gütern wirklich erhielt.

Vierzehntes Kapitel.

Allgemeine Regeln für Eisenbahn-Anlagen.[1])

Nicht lange nach der Vollendung der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester, entstanden Zweifel über den endlichen Erfolg derselben, als einer auf den Handelsverkehr berechneten Unternehmung, und noch jetzt, nachdem die Bahn

---

[1]) Entlehnt aus Lardner's schon erwähntem Dampfmaschinenwerk, S. 278 ꝛc.

bereits einige Jahre befahren ist, haben bedenkliche Menschen noch kein festes Vertrauen auf die Dauer der Vortheile, welche sie gewährt. Es wurde selbst von vielen wissenschaftlich gebildeten Männern lange bezweifelt, ob es möglich seyn würde, mit der zu Anfange des Unternehmens bewirkten unerhörten Geschwindigkeit eine regelmäßige Fortschaffung von Gütern und Personen zu unterhalten, und nachdem diese Möglichkeit einige Jahre lang durch regelmäßige Benutzung der Bahn war erwiesen worden, bezweifelten Manche noch immer, ob es ausführbar seyn würde, bei jener Geschwindigkeit die Unternehmung dauernd nützlich zu machen, was Andere geradezu läugneten. Die Vorsteher der Actiengesellschaft haben die zahlreichen Schwierigkeiten, die besiegt werden mußten, und den ungeheuren Aufwand für die Dampfwagen in ihren halbjährigen Berichten offen eingestanden. Manche, die bei Kanälen und anderen Mitbewerbungen der Eisenbahnen betheiligt waren, schrieben die Dividenden gewissen Vorkehrungen der Vorsteher zu, und behaupten, daß sie, wenn sie den Gewinn zu theilen schienen, in der That ihr Kapital theilten. Diese Täuschung konnte indeß nicht lange fortdauern. Die unterbrochene Bezahlung einer halbjährigen Dividende von $4^1/_2$ Procent seit der Eröffnung der Bahn, und der bereits vorhandene Anfang eines Reservefonds von ansehnlichem Betrage, wie das Steigen der Actien über 100 Procent, haben selbst diejenigen, die für Gründe unempfänglich sind, zur Ueberzeugung gebracht, und die öffentliche Meinung, die anfänglich gegen die Eisenbahnen war, hat sich so leidenschaftlich für dieselben erklärt, daß diejenigen, zu deren Beruf solche Untersuchungen gehören, verpflichtet sind, den Eifer des Publikums eher in gehörigen Grenzen zu halten, als ihn noch mehr anzuregen.

Die Entwürfe zu großen Eisenbahnen für die Beförderung des innern Verkehrs, welche bereits angekündigt sind, würden bedeutende Geldmittel verlangen, wenn sie ausgeführt werden sollten. Bedenken wir, daß der Voranschlag immer geringer ist, als das wirklich erforderliche Anlage-Kapital,

so werden wir vielleicht keine übertriebene Schätzung machen, wenn wir die nöthige Summe zu 50 Millionen Pfund Sterling rechnen. Die Größe dieses Betrags hat bei Manchen die Besorgniß erregt, daß die Verwendung eines so ansehnlichen Kapitals auf diese Unternehmungen dem Interesse des Handels nachtheilig werden könnte. Man sollte jedoch erwägen, daß, selbst wenn alle entworfene Pläne endlich ausgeführt würden, doch bis zur Vollendung dieser Werke vielleicht eine Zeit von wenigstens fünfzehn bis zwanzig Jahren verfließen möchte, und das erforderliche Kapital nicht auf einmal, sondern nach und nach in einzelnen kleinen Zahlungen verlangt wird. Selbst wenn es wahr wäre, daß die zur Ausführung jener Entwürfe nöthigen Geldmittel anderen gewerblichen Zwecken entzogen würden, so würde doch die veränderte Verwendung so langsam geschehen, daß sie keine wirklichen Nachtheile herbeiführen könnte. Es ist aber gar nicht wahrscheinlich, daß irgend eine solche Ableitung von Geldmitteln nöthig seyn werde. Handel und Fabriken sind in den britischen Inseln in einem ungemein blühenden Zustande, und die jährliche Anhäufung des Kapitals ist so bedeutend, daß die Schwierigkeit wahrscheinlich nicht darin liegen möchte, Geldmittel für nutzbare Anlagen, sondern darin, nutzbare Anlagen für das zunehmende Kapital zu finden. In Manchester allein soll die jährliche Zunahme des Kapitals nicht weniger als 3 Millionen Pfund Sterling betragen. In fünfzehn Jahren wird daher auf diesem Handelsplatze allein der gesammte Geldbetrag für die Vollendung aller entworfenen Eisenbahnen zu finden seyn, ohne anderen gewerblichen Unternehmungen Kapital zu entziehen.

Die bequeme Gelegenheit, welche die Actienvereine zur Anlegung selbst eines sehr kleinen Kapitals darbieten, die Lockung, die in der Aussicht auf einen bedeutenden Gewinn liegt, und die geringen Zinsen, welche die Staatsschuldscheine geben, haben sehr viele, große und kleine Kapitalisten gereizt, Actien zu kaufen, mit der Absicht, sie zu behalten. Dagegen giebt es aber auch sehr viele Spekulanten, welche

auf eine große Anzahl von Actien unterzeichnet haben, ohne die mindeste Absicht, ja ohne auch nur im Stande zu seyn, den Betrag derselben zu bezahlen. Der Verlust, den Leute dieser Art erleiden können, möchte wenig Mitleid erwecken, wenn nicht die nachtheiligen Folgen zu bedenken wären, welche für die ernstlichen Käufer entstehen müßten, wenn eine ungünstige Wendung einträte und der Markt mit den Actien jener waghalsigen Spekulanten überschwemmt würde, die nur kaufen, um wieder zu verkaufen. Es wird daher für diejenigen, die wirklich die Absicht haben, ihr Geld in Unternehmungen dieser Art anzulegen, nicht ohne Nutzen seyn, wenn wir bestimmt und faßlich die Hauptumstände darlegen, von welchen die nutzbare Wirksamkeit der Eisenbahnen abhängig ist, um sie in Stand zu setzen, einigermaßen eine begründete Vermuthung über die Vortheile, welche die verschiedenen Plane versprechen, sich zu bilden. Wir wollen unsere Angaben nur auf einfache Thatsachen und Ergebnisse stützen, die weder abgeläugnet, noch bestritten werden können, und es meist andern überlassen, die Folgerungen daraus zu ziehen, wozu sie führen.

Diejenigen, die sich in Eisenbahn-Unternehmungen einlassen wollen, müssen, wie schon wiederholt in dem Werke bemerkt worden ist, erstens eine Uebersicht der Steigungen sich verschaffen, oder eine genaue Angabe von allen Anhöhen der Bahnlinie von einem Endpunkte bis zum andern, wobei bestimmt ist, um wie viel eine geneigte Ebene auf einer bestimmten Strecke, z. B. von 300 Fuß steigt und fällt, und wie lang sie ist. Auch würde es zweitens nützlich seyn, die Länge der Halbmesser der verschiedenen Krümmungen der Bahn, wie auch die Länge der Krümmungen selbst zu kennen. Es ist drittens eine Uebersicht des Verkehrs nöthig, der in einer gegebenen Zeit auf der Heerstraße zwischen den durch eine Eisenbahn zu verbindenden Endpunkten stattgefunden hat, wobei die Zahl der die Straße befahrenden Postkutschen und die durchschnittliche Zahl der Personen, welche sie fortschaffen, angegeben werden muß. Auch ist eine Angabe des

Betrags der fortgeschaften Waaren nöthig, wiewohl dieser Punkt von geringerer Wichtigkeit ist. Endlich muß man viertens auf die Wasserverbindung zwischen den Endpunkten der künftigen Bahn ein Augenmerk richten und den Betrag, der auf solchen Wegen fortgeschafften Ladungen brachten.

Hat man sich über diesen Punkt unterrichtet, so möchten die Grundsätze, die wir aufstellen wollen, nützlich gefunden werden.

I.

Keine Eisenbahn kann Vortheil bringen, wenn sie nicht einen ansehnlichen Personenverkehr hat. Güter, Waaren, Ackerbau-Erzeugnisse und andere Ladungen müssen nur als Gegenstände von untergeordneter Wichtigkeit betrachtet werden.

II.

Eine wahrscheinliche Schätzung des Personenverkehrs, der sich auf einer Eisenbahn erwarten läßt, erhält man, wenn man die Durchschnittszahl der Reisenden in den letzten drei Jahren auf der Heerstraße in doppeltem Verhältnisse annimmt.

Die tägliche Durchschnittszahl der Reisenden zwischen Liverpool und Manchester, vor der Anlegung der Eisenbahn, war gegen 450, jetzt aber ist die Durchschnittszahl über 1300. Auf der kurzen, im Jahre 1834 eröffneten Eisenbahn zwischen Dublin und Kingstown, die nicht viel über eine deutsche Meile lange ist, hat die Zahl der Reisenden ungefähr in gleichem Verhältnisse zugenommen.

III.

Personen werden in England mit Vortheil auf Kanälen fortgeschafft, und zwar mit einer Geschwindigkeit, die nicht zwei deutsche Meilen in einer Stunde übersteigt, mit Ausschluß der Zögerungen bei Schleusen, gegen einen Fahrpreis von einem Penny (8 Pfenningen) für jeden Reisenden auf eine englische Meile. Auf der Bahn zwischen Liverpool und

Manchester rechnet man im Durchschnitt auf den Kopf für jede Meile ungefähr $1^4/_5$ Penny, bei einer Geschwindigkeit von 20 englischen oder ungefähr $4^1/_2$ deutschen Meilen in einer Stunde.

Reisende mit einer Geschwindigkeit von 10 englischen Meilen in einer Stunde auf einer Eisenbahn fortzuschaffen, würde nicht viel weniger kosten, als die größere Geschwindigkeit von 20 Meilen in einer Stunde, so daß eine Eisenbahn nicht gleiche Bedingungen mit einem Kanal gewähren könnte, wenn die Geschwindigkeit gleich wäre.

IV.

Bei einem Fahrpreise von $1^4/_5$ Penny auf den Kopf für die Meile, ist der Gewinn auf der Manchester-Bahn 100 Procent.

V.

Güter können auf Kanälen vortheilhaft gegen geringere Fracht fortgeschafft werden, als auf Eisenbahnen, doch ist die Geschwindigkeit für Güter auf Kanälen nur $^1/_3$ der Geschwindigkeit auf der Eisenbahn.

VI.

Auf der Bahn zwischen Liverpool und Manchester beträgt die Fracht für Güter 3 Pence und 3 Farthings (gegen 2 Gutegroschen 3 Pfenninge) für die Tonne auf die Meile, mit einem Gewinn von etwa 40 Procent, da zwischen beiden Endpunkten auch eine Kanalverbindung besteht.

VII.

Eine lange Eisenbahn kann mit verhältnißmäßig geringerem Aufwande befahren werden, als eine kurze.

VIII.

Dampfmaschinen arbeiten mit der größten Wirksamkeit und dem geringsten Aufwande, wenn der Widerstand, den

ſie zu überwinden haben, vollkommen gleichförmig und unveränderlich iſt.

IX.

Die Veränderung des Widerſtandes auf Eiſenbahnen iſt erſtens von Steigungen, zweitens von Krümmungen abhängig.

Unter Krümmungen verſteht man überhaupt Abweichungen von der Richtung der Bahn zur Rechten oder zur Linken. Die Richtung einer Eiſenbahn kann ſich nicht plötzlich in einem Winkel verändern, ſondern muß allmählig in einer Krümmung (Curve) bewirkt werden. Iſt die Curve, wie gewöhnlich, der Bogen eines Kreiſes, ſo iſt der Halbmeſſer der Curve die Entfernung des Mittelpunktes des Kreiſes von der Curve. Dieſer Halbmeſſer iſt ein wichtiges Element in der Schätzung einer Bahn.

X.

Je mehr eine Eiſenbahn ſich einer vollkommnen Ebene nähert und je gerader ſie iſt, deſto vortheilhafter läßt ſie ſich benutzen.

XI.

Der Geſammtbetrag mechaniſcher Kraft, der erforderlich iſt, eine gegebene Laſt von einem Endpunkte der Eiſenbahn bis zum andern zu ſchaffen, iſt leicht und genau zu berechnen, wenn die Steigungen und Krümmungen bekannt ſind, und die Vorzüge verſchiedener Bahnlinien laſſen ſich dann in dieſer Beziehung mit einander vergleichen; es iſt jedoch nicht die einzige Probe, die hier in Anwendung kommen muß.

XII.

Eine Eiſenbahn, deren Steigungen über 17 Fuß in einer engliſchen Meile oder über 1 Fuß in 300 betragen, verlangt mehr mechaniſche Kraft, ſie zu befahren, als wenn ſie vollkommen eben wäre, und je mehr ſolcher hohen Steigun-

gungen auf einer Bahn vorkommen und je steiler sie sind, desto größer ist dieser Nachtheil.

XIII.

Verlangt auch eine Eisenbahn, die keine Steigungen von mehr als 1 Fuß in 300 hat, nicht mehr mechanische Kraft, als eine Ebene, so wird doch die mechanische Kraft, die sie fordert, nicht so vortheilhaft verwendet werden, und daher nicht so wohlfeil seyn.

XIV.

Eine Eisenbahn, die Steigungen von mehr, als 1 Fuß in 170 (oder 30 Fuß in einer englischen Meile) hat, verlangt für solche Steigungen Hülfs-Dampfwagen, die mit einer Kraftverschwendung und nach Verhältniß der Anzahl und Länge solcher Steigungen mit einer größeren oder geringeren Vermehrung des Aufwandes verbunden sind.

XV.

Auf einer sehr langen geneigten Ebene kann nicht ohne großen Aufwand ein Hülfs-Dampfwagen angewendet werden, und daher müssen Steigungen über 1 Fuß in 300 nur kurz seyn.

XVI.

Steigungen über 1 Fuß in 100 können nur mit Hülfe von stehenden Dampfmaschinen und Zugseilen vortheilhaft benutzt werden, aber dieses Hülfsmittel ist mit so vielen Nachtheilen verbunden, daß es bei starkem Personenverkehr kaum anwendbar ist.

XVII.

Steile Steigungen, wenn sie von den Endpunkten einer Bahnlinie abfallen, sind zulässig, vorausgesetzt, daß sie kurz sind.

XVIII.

Die Wirkung der Steigungen auf die Vermehrung des Widerstandes bei dem Hinauffahren läßt sich ermessen, wenn

man erwägt, daß bei einer Steigung von 1 Fuß in 300 der Widerstand doppelt so groß ist, als auf der Ebene, bei 1 Fuß in 170 dreimal so groß, und bei einer Steigung von 1 Fuß in 600 um die Hälfte größer.

XIX.

Bei der auf Eisenbahnen jetzt erreichbaren Geschwindigkeit sollte man Krümmungen vermeiden, deren Halbmesser kürzer als 5000 Fuß ist. Es lassen sich Mittel zur Verminderung des Widerstandes finden, aber durch die Nachlässigkeit der Wagenlenker können sie doch immer gefährlich werden. In der Nähe der Endpunkte einer Bahn ist gegen Krümmungen nichts einzuwenden.

XX.

Am nachtheiligsten ist eine Krümmung am Fuße einer geneigten Ebene, wegen der Geschwindigkeit, welche der Wagenzug bei dem Hinabfahren erlangt, und weil es zuweilen unmöglich ist, ihn zu hemmen.

XXI.

In dem Verhältnisse als die Geschwindigkeit der Dampfwagen durch die Verbesserungen, welche sie wahrscheinlich erhalten werden, sich vermehren wird, werden die mit Krümmungen verbundenen Nachtheile und Gefahren zunehmen.

XXII.

Die Schwierigkeit, die mit einem langen Tunnel verbunden ist, entsteht daraus, daß durch die Verbrennung der Kohlen die reine Lebensluft verderbt wird. Ein Tunnel auf einer ebenen Bahn sollte daher 25 bis 30 Fuß hoch seyn und durch Schachte oder andere Vorkehrungen gelüftet werden.

XXIII.

Der Uebergang aus dem Lichte in die Dunkelheit, der unangenehme Einfluß der Feuchtigkeit und im Sommer der

Wechsel einer warmen Luft mit einer kalten, werden immer Einwendungen gegen einen langen Tunnel auf einer, für einen bedeutenden Personenverkehr bestimmten Bahn seyn.

XXIV.

Alle Einwendungen gegen einen Tunnel werden verstärkt, wenn er auf einer Anhöhe ist. Die Lebensluft wird bei dem Hinauffahren in demselben Verhältnisse mehr verderbt werden, als die bewegende Kraft verstärkt wird. Hat die Anhöhe eine Steigung von 1 Fuß in 300, so wird die Luft zweimal so verdorben seyn, als auf einer Ebene, bei einer Steigung von 1 Fuß in 150 dreimal, bei 1 in 100 viermal so verdorben.

XXV.

Verlangt eine gebieterische Nothwendigkeit, auf einer Anhöhe einen Tunnel anzulegen, so muß er größer seyn und mehr Vorkehrungen zur Lüftung haben, als auf einer Ebene, in demselben Verhältnisse als der auf einer Anhöhe hervorgebrachte Widerstand größer ist, als der Widerstand auf einer Ebene.

XXVI.

Ein Tunnel sollte in Zwischenräumen, die nicht größer als 600 Fuß sind, durch Schächte Lüftung erhalten.

XXVII.

Während ein Wagenzug durch einen Tunnel fährt, können Schächte keine wirksame Lüftung geben. Die Maschine läßt die unreine Luft, die sie erzeugt, hinter sich, und die Reisenden werden von derselben umgeben, ehe sie durch die Schacht entweichen kann. Man kann jedoch den Tunnel so groß machen, daß alle daraus entstehenden nachtheiligen Folgen verhütet werden.

XXVIII.

Ein Tunnel auf einer Ebene, der nicht über 1700 Fuß lang ist, möchte ohne Nachtheile seyn, aber ein Tunnel von

gleicher Länge auf einer Anhöhe würde größere Nachtheile haben.

Es ist im Allgemeinen zu bemerken, daß wir noch nicht viele, ja fast gar keine Erfahrungen über die Wirkung eines Tunnels auf Eisenbahnen haben, wo ein bedeutender Personenverkehr stattfindet. Die Eisenbahn zwischen Leicester und Swannigton, die meist nur durch Kohlenfuhren aus den nahen Gruben und von den Bewohnern der umliegenden Dörfer benutzt wird, hat einen Tunnel, der auf einer beinahe vollkommenen Ebene gegen 5000 Fuß lang ist und durch acht Schächte gelüftet wird. Dr. Lardner hat ihn oft auf einem Dampfwagen befahren, und selbst in einem verschlossenen Wagen war die Beschwerde so groß, daß sie auf einer Bahn, wo ein starker Personenverkehr wäre, ganz unerträglich seyn würde. Auf dieser Bahn werden Kohlen, nicht Koaks gebraucht, und es wird daher ein Rauch erzeugt, der weit unangenehmer ist, als die durch Verbrennung von Koaks erzeugten Gase. Die Eisenbahn zwischen Leeds und Selby hat einen Tunnel auf einer beinahe ganz ebenen Linie, der gegen 2100 Fuß lang, 22 Fuß breit, 17 Fuß hoch ist, und durch 3 Schachte gelüftet wird, die 10 Fuß im Durchmesser haben und 60 Fuß hoch sind. Die Bahn wird täglich von 400 Reisenden befahren, die bei der Fahrt durch den Tunnel nicht über Beschwerden klagen. Man feuert auf dieser Bahn die Dampfwagen mit Koaks.

Schließlich fassen wir nun noch mit wenigen Worten zusammen, wofür Eisenbahn-Unternehmer und Actionairs bei der Vorausberechnung des Erfolges ihrer Unternehmungen sich zu hüten haben dürften, um in ihren Erwartungen nicht getäuscht zu werden und nicht in die Gefahr des Verlustes großer Summen zu gerathen, und was sie besorgen zu lassen haben dürften, um des Erfolges möglichst gewiß zu seyn.[1])

---

[1]) Entlehnt aus dem schon oft citirten Crelle'schen Werkchen.

Zu hüten dürfte man sich haben vor allen bloß allgemein vergleichenden Schlüßen von vorhandenen Eisenbahnen auch neu zu etablirende, sowohl in Rücksicht der Anlagekosten, als der Transportkraft, sey es nach dem Maaßstabe der Frequenz oder des Verhältnisses der Transportkraft auf horizontalen Eisenbahnen und Chausseen. Dergleichen allgemeine Schätzungen haben nicht die geringste Gewißheit und das Resultat kann sehr weit von der Wirklichkeit abweichen, nicht bloß um 10 oder 20 Procent, sondern um 100 Procent und noch mehr. Es kann, wie wir schon im Anfange dieses Werks bemerkt haben, sich ereignen, daß statt der 5 oder 6 Procent reinen Ertrages, welchen die Schätzung ergiebt, am Ende die Hälfte, und noch weniger herauskommt; auch kann der umgekehrte Fall stattfinden. Es kann seyn, daß eine Eisenbahn, als Privatunternehmen sogar nicht vortheilhafter ist, als eine Chaussee an derselben Stelle; und es kann auch seyn, daß sie 10 Mal mehr einbringt, während die blos allgemeine Schätzung vielleicht irgend ein Mittel von beiden angiebt. Die Unsicherheit der Ermittelung der Kosten sowohl, als des Ertrages, durch blos vergleichende Schätzungen, ist bei Eisenbahnen fast nicht minder groß, als bei Kanälen; und wenn es nun geschieht, daß statt 5 und 6 Procent nur 2 bis 3 Procent gewonnen werden, so ist das schon nichts anders, als der Verlust der Hälfte des Anlage-Kapitals; ergiebt sich aber ein solches Resultat etwa schon vor der Vollendung des Werks mit einiger Gewißheit, so kann die Folge seyn, daß das Werk, der ungünstigen Aussicht wegen, unvollendet bleibt, und dann kann der Einfluß an Kapitalien ganz verloren gehen.

Ferner möge man sich hüten vor einer unzureichenden wiederum blos nur aus allgemeinen Schätzungen entnommenen, oder auch wohl von unrichtigen Ansichten ausgehenden Wahl der Transportkraft, der Pferde- oder Dampfkraft. Auch hier kann der wirkliche Erfolg wiederum sehr von den Erwartungen abweichen und es können große Summen verloren gehen.

Sodann hüte man sich vor scheinbaren Ersparungen, die in der Wirklichkeit keinen Gewinn bringen, eben so sehr, wie vor Verschwendung von Ueberflüssigem und Unnöthigem. Denn blos scheinbare Ersparungen sind öfters gerade die allerschlimmste Verschwendung. Dahin können, wie oben auseinandergesetzt, hölzerne, blos mit Eisen plattirte Bahnen gehören. Aus dem Gemeinplatze: Holz sey wohlfeiler, als Eisen, der unter Umständen etwas ganz Richtiges ausdrücken kann, folgt noch keineswegs ohne Weiteres, daß auch eine eisenplattirte Schienenstraße wirklich wohlfeiler sey, als eine massive Eisenbahn. Auch eine hölzerne Brücke z. B. ist, den ersten Anlagekosten nach, fast immer wohlfeiler, als eine steinerne; gleichwohl ist es noch keineswegs mit Rücksicht auf die Dauer und die Folgezeit wirklich. Wäre es so, so würde man fast nirgends steinerne Brücken sehen; und gleichwohl baut man dergleichen, und mit Recht, und selbst blos aus wahrer, richtiger Oekonomie. Es gehört ferner dahin, die zu weit gehende Ersparung an der Stärke der Schienen und der Unterstützung derselben. Auch diese Ersparung kann größere Verluste zur Folge haben, als mit der Ersparung im Verhältnisse stehen. Die Liverpooler-Bahn giebt ein redendes Beispiel davon. Vorzüglich gehört auch noch dahin die Verstärkung der Abhänge der Bahn, oder eine zu wellenförmige Profillinie derselben, um vielleicht an der Länge der Bahn, oder an den Damm-Arbeiten zu ersparen. Diese Ersparung kann die verderblichste von allen seyn; ein verhältnißmäßig geringer Gewinn kann hier eine ungemeine Erhöhung der Transportkosten zur Folge haben, die dann für alle Zeiten bleibt und wie eine schwere Steuer auf der Unternehmung lastet. Aber auch das Ueberflüssige und die Verschwendung, vielleicht nicht aus Absicht, sondern aus Mangel an Uebung und Uebersicht des technischen Projectgebers, liegt hier sehr nahe. Insbesondere die vortheilhafteste Linie einer Straße im Grundriß und im Profil zu finden, ist, gleichwie bei Chausseen, so auch bei Eisenbahnen, und bei diesem noch in weit höherem Grade, eine der schwierigsten

Aufgaben des Straßenbaues. Die Construktion einer Eisenbahn, eben wie das Steinpacken bei der Chaussee, kann Jeder bald fassen; es ist am Ende beinahe nur Sache jedes gewöhnlichen Arbeiters; aber die richtige Wahl der Linie der Straße ist schon ausschließlich die Aufgabe des Ingenieurs, und vom Nichttechniker in der Regel durchaus nicht zu lösen. Trifft Letzterer das Richtige, so ist es bloßer Zufall. Auch der bloße Theoretiker wird die Aufgabe schwer richtig lösen; denn alles Kreuz- und Quermessen und Nivelliren, was viel Geld und viel verlorene Zeit kosten kann, hilft nicht so viel, als der Blick eines praktischen Technikers. Hier also hüte man sich, diese Hauptaufgabe, anstatt einem Baumeister mit geübtem Auge und mathematischem Sinne, einem Nichttechniker oder auch einem bloßen Theoretiker zu übertragen. Die Aufgabe schein so leicht, daß auch der Nichttechniker ihr gewachsen zu seyn glauben mag; allein sie ist es in der That nicht; sie ist vielmehr ungemein schwierig.

Ueberhaupt ist ein praktischer Ingenieur bei Eisenbahnen noch bei weitem mehr, als bei Chausseen, eine Hauptperson, und dies völlig in demselben Maaße, wie diejenigen Männer, die, wenn das Werk Privat-Unternehmung ist, die Geld-Angelegenheiten leiten und besorgen. Deßhalb ist es denn auch auch sehr angemessen, daß der Ingenieur bei einer Privat-Unternehmung von Eisenbahnen selbst einer der Direktoren sey, mit der Berechtigung, über alles Technische, nach Maaßgabe des einmal beschlossenen Planes, ausschließlich und ohne weitern Einspruch der nicht technischen Direktoren, zu entscheiden und zu walten. Jede Privat-Unternehmung von Eisenbahnen, an deren Direktion der Baumeister der Bahn nicht selbst Theil hat, sondern wo die finanziellen Direktoren blos einen Baumeister beliebig zuziehen, auf die Weise etwa wie der Bauherr eines Hauses Werkleute oder allenfalls einen Architekten, mit der Befugniß, ihn nach Belieben wieder wegzuschicken und einen andern herbeizurufen, trägt den Keim vorhandener Gefahr des Mißlingens in sich. In der That kann das Unternehmen eines so durchaus technischen Gegen-

standes, wie eine Eisenbahn, offenbar mit Sicherheit nur dann gelingen, wenn eine Hauptperson dabei, der Techniker, der eigentlich das Werk schaffen und herstellen soll, auch volle Einwirkung hat und gegen jedes Hinderniß bei der Erfüllung seiner Pflicht gesichert ist. Die Actionairs, als Bauherren, ernennen, entweder in ihrer Gesammtheit, oder besser durch einen erwählten Ausschuß, Geld- und Gewerbständige, einen Rechtsverständigen und einen Techniker, aber alle in gleichem Range, zu Direktoren; denn die Wirkung aller dieser Männer auf das Werk ist gleich wichtig, und folglich dürfen auch der Rechts- und der Bauverständige offenbar nie etwa von den übrigen Direktoren abhängig seyn, und von ihnen entlassen werden können, eben so wenig wie umgekehrt, diese von ihnen.

Was Privat-Unternehmer von Eisenbahnen ferner noch zu beobachten haben dürften, um sich des Ertrages vorher möglichst zu versichern, ist Folgendes:

Zunächst wird der Verkehr zu ermitteln seyn, auf welchen man dürfte rechnen können, in so fern es möglich ist, den Transport wohlfeiler, oder doch wenigstens nicht theurer zu liefern, als auf der Chaussee. Diese Ausmittelung wird in der Regel mit ziemlicher Sicherheit möglich seyn. Man rechne, wenn eine Zunahme des Verkehrs nicht etwa mit völliger Gewißheit vorauszusehen ist, nur auf den effectiven bisherigen Verkehr. Daraus wird sich, durch Vergleichung mit vorhandenen Eisenbahnen, und durch allgemeine Berücksichtigung der etwaigen Verschiedenheit der örtlichen Verhältnisse, ungefähr ergeben, keineswegs etwa, wie viel die neue Eisenbahn eintragen dürfte, auch noch nicht einmal mit Gewißheit, ob sie als Privat-Unternehmung überhaupt ausführbar sey, sondern bloß erst; ob es rathsam sey, die Kosten an die weitere nähere Ermittelung zu wenden, oder nicht. Findet sich, daß diese nähere Ermittelung rathsam sey, dann lasse man durch einen auch in der Wahl von Straßen-Linien erfahrenen Straßen-Baumeister zunächst im Allgemeinen die vortheilhafteste Linie der Eisenbahn zur Stelle ausmitteln; hierauf in dieser Richtung das Terrain im Allgemeinen, in

einiger Breite zu beiden Seiten, ausmessen, sodann durch den nämlichen Ingenieur die Linie näher bestimmen und aussteckeu, darauf dieselbe nivelliren, und dann wieder durch den Ingenieur, die Anlagekosten sowohl, als die Transportkosten, mit Pferden und mit Dampf berechnen. Man wähle auch zu diesen Arbeiten ja einen wirklichen Straßen-Baumeister, und auch nicht etwa einen Techniker, der insbesondere nur Maschinen-Baumeister ist, was man, besonders in England, häufig unter Engineer (Ingenieur) versteht, so geschickt auch ein solcher Mann in seinem Fache sein mag. Denn die Maschinen sind bei den Eisenbahnen nur ein einzelner Theil dessen, worauf es ankommt, und nicht einmal eine Hauptschwierigkeit; um so weniger, da sie ja durch bewährte Maschinen-Baumeister in größter Vollkommenheit zu erlangen sind. Erst dann, und nur erst dann, wenn diese Vorarbeiten gemacht sind, wird sich mit Sicherheit finden, ob das Unternehmen mit Vortheil für die Actionairs ausführbar sey, und was es ungefähr eintragen dürfte, keinesweges aber eher, und keinesweges nach allgemeinen Schätzungen. Wird die vorherige Ausmessung unterlassen, und werden Actien gezeichnet, oder gar Gelder eingezahlt, ehe die Ausmessung und Berechnung geschehen ist, so können die größten Verluste entstehen. Man glaube oder fürchte hierbei nicht, daß etwa die Kosten der vorherigen Messungen überaus groß und verhältnißmäßig unerschwinglich seyn werden. Es ist zu der Beurtheilung, so weit sie nothwendig, um erst mit Sicherheit zu wissen, ob das Unternehmen ausführbar sey; und wie viel Procent Zinsen es ungefähr abwerfen werde, durchaus keine detaillirte Vermessung und keine Nivellirung bis aufs Haar, und noch viel weniger ein voluminöser Bauanschlag, mit Zeichnungen, so ausführlich, wie er zur wirklichen Ausführung des Baues gemacht zu werden pflegt, nothwendig, sondern von einem geübten Ingenieur kann Alles, was bisher nothwendig ist, sehr bald geschehen, und auch die Kosten der allgemeinen Ausmessung und Nivellirung sind keineswegs bedeutend. Man kann annehmen, daß die

gesammten Kosten der vorläufigen Messungen und Berechnungen auf die Meile Straße vielleicht nicht über 200 Thaler, höchstens 300 Thaler betragen werden. Auch sind sie für den näheren Bauplan selbst nicht verloren. Dieser Bauplan muß dann, im Fall die vorläufige Messung und Berechnung ergeben hat, daß die Eisenbahn als Privat-Unternehmung vortheilhaft seyn werde, und die Unternehmung beschlossen worden ist, nachdem man sich des Aufbringens der im Voraus überschläglich berechneten Anlagekosten versichert hat, ausgearbeitet werden, und zwar, damit nicht etwa Abänderungen entstehen, die wiederum den Erfolg von Neuem unsicher machen, wie er es vorher war, wo möglich durch den nämlichen Baumeister, der den vorläufigen Plan gemacht hat. Aber auch selbst der ausführliche Bauplan ist keineswegs mit großer Weitläufigkeit nöthig, sondern nur mit derjenigen angemessenen Genauigkeit, welcher die Weitläufigkeit häufig eher nachtheilig als förderlich ist. Insbesondere kann eine minutiöse und ängstliche Vorherberechnung der Kosten zu nichts nutzen, sie ist vielmehr bei mehreren Dingen völlig illusorisch und kostet nur unnütz Geld und Zeit. So z. B. bei den Dammarbeiten, wo die Vorausberechnung nie mit dem wirklichen Bedarf genau stimmt und stimmen kann; auch beinahe gar keinen Zweck hat, indem diese Dammarbeit niemals in Masse, sondern nur schachtruthenweise in Vording ausgeführt werden kann. Aehnlich bei anderen Dingen. Es ist völlig hinreichend, wenn die Voraus-Voranschlagung die Kosten nur bis auf etwa 5 Procent genau anzeigt, weil eine solche etwaige Differenz auf den Ertrag der Unternehmung nur einen geringen Einfluß hat, in so fern nur sonst die Transportkosten auf der Bahn richtig angeschlagen sind. Dagegen muß der ausführliche Bauplan genau und im Detail angegeben, wie zu construiren sey, welche Materialien zu nehmen seyen, und wie bei der Ausführung zu verfahren sey. Dies ist wichtiger, als die Vorausberechnung der Kosten auf Groschen und Pfennige; was doch nachher, so weitläufig es auch geschehen mag, niemals stimmt und stimmen kann.

So, und nur durch dieses Verfahren dürfte, nach des Herrn Crelle Ueberzeugung, bei Privat-Unternehmungen von Eisenbahnen zu einem gedeihlichen Ziele und zur Sicherheit vor Gefahr des Verlustes bedeutender Kapitalien zu gelangen seyn.

Herr G. R. Crelle ist weit entfernt, den großen Nutzen der Eisenbahnen überhaupt zu bezweifeln oder zu verkennen, und hat er keineswegs die Absicht, selbst Privatleute von Unternehmungen abzumahnen, die zur Beförderung der Einführung der Eisenbahnen gereichen können, sondern nur die Absicht, sie auf dasjenige aufmerksam zu machen, was sie dabei zur Erlangung der Sicherheit des Erfolges und der Sicherung ihrer Kapitalien zu beachten haben dürften. Vielleicht aber ist es dennoch nicht unnütz, schon um näher zu zeigen, wie vollkommen dieser so erfahrene Techniker von dem Nutzen der Eisenbahnen überhaupt überzeugt ist, daß er auch noch mit wenigen Worten andeute, wie nach seiner Ansicht dieser Gegenstand überhaupt, und nicht wie hier ausschließlich geschehen, als Privat-Unternehmung zu betrachten seyn dürfte.

Eisenbahnen sind nämlich, nach seiner Ueberzeugung, immer und überall da nützlich und den Chausseen vorzuziehen, wo zum Transport auf denselben überhaupt weniger Kraft und weniger Kosten nöthig sind, als auf Chausseen: ganz eben so, wie Chausseen, ihrerseits, immer und überall nützlich und den unbefestigten Straßen vorzuziehen sind, wo der Transport auf denselben weniger Kraft und weniger Kosten erfordert, als auf letzteren. Also dürften von den Fällen, wo Eisenbahnen den Vorzug vor Chausseen haben, nur allein die seltenen Fälle auszunehmen seyn; wo eine Eisenbahn, um die nothwendige Verminderung des Gefälles zu erlangen, so sehr verlängert werden muß, daß die Ueberwindung der Reibung der Achsen in den Büchsen und der Radfelgen auf der Bahn, auf der längeren Straße nöthige Kraft mehr beträgt, als auf der kürzeren Chaussee, so das an Transportkraft und an Transportkosten nichts erspart wird; oder auch

wo die besonderen Vorrichtungen, um die Lasten bergan zu heben, so schwierig sind, daß darauf mehr Kraft und Zeit verloren gehen würde, als auf einer Chaussee, in so fern auf dieser jene besonderen Vorrichtungen vermieden werden können. Daß der Ueberschuß der Anlagekosten der Eisenbahnen gegen die von Chausseen immer berücksichtigt und nach dem Maaßstabe der Zinsen desselben in Rechnung gebracht werden müsse, ist ferner, sobald von Eisenbahnen nicht bloß als Privat-Unternehmung, sondern als allgemeine Staats-Angelegenheit die Rede ist, nur bedingt richtig, weil es bei allgemeinen Verbesserungen und Vervollkommnungen, die der Staat ausführt, nicht sowohl auf den unmittelbaren, direkten Zinsen-Ertrag der angelegten Kapitalien, sondern vielmehr auf die nützlichen Erfolge überhaupt, die sich sogar öfters gar nicht in Gelde berechnen lassen, und darauf ankommt, in welchem Verhältnisse diese Erfolge mit anderen stehen, die durch ähnliche Anlage-Kapitalien zu erreichen seyn möchten. Der Fall, wenn Eisenbahnen von Privatleuten unternommen werden, ist von demjenigen, wenn der Staat oder das ganze Volk sie baut, gänzlich und wesentlich verschieden.

Unternehmen nämlich Privatleute eine Eisenbahn, so frägt es sich, ob der Ertrag, den die neue Straße unter der Bedingung abwerfen wird, daß der Transport auf derselben wenigstens schon etwas wohlfeiler sey, als auf der bisherigen Straße (jedenfalls nicht theurer, als auf einer Chaussee) nächst den Erhaltungs- und Verwaltungskosten, annehmliche Zinsen des Anlage-Kapitals nebst einem Fond zur Amortisation desselben innerhalb einer nicht zu langen Reihe von Jahren, gewähren könne. Ist dieß nicht der Fall, so ist die Unternehmung von Privatleuten durchaus nicht ausführbar, und alle Eisenbahnen, die weniger eintragen, sind für Privat-Unternehmungen gänzlich ungeeignet. Das Publikum muß sich dagegen bei allen Privat-Unternehmungen von Eisenbahnen seinerseits, einstweilen, und bis dahin, daß das Anlage-Kapital amortisirt ist, mit dem geringeren Gewinne

begnügen, der über die den Unternehmern gebührenden Zinsen ihrer Kapitalien hinaus stattfindet, bis späterhin nach geschehener Amortisation des Anlage-Kapitals, den Nachkommen die gesammte Erleichterung des Transports zu Theil wird; was aber auch ganz in der Ordnung und immer noch ganz annehmlich ist, da dem Publico ebenfalls schon gleich vom Anfange an ein Gewinn, bestände er selbst auch nur in der leichtern und bequemern Fahrt auf der Eisenbahn, als ein Geschenk, zu Theil wird, welches ihm nicht werden würde, wenn nicht die Actionairs ihre Kapitalien und die Unternehmer ihre Bemühungen hergäben.

Baut dagegen der Staat Eisenbahnen, so frägt es sich nur: erstlich, ob überhaupt diese Bauwerke Transportkraft ersparen, oder sonst Nutzen gewähren werden, etwa durch Beschleunigung des Transports, oder für andere Staatszwecke, und zwar nicht allein für den bisherigen Verkehr, sondern auch für alle Folgezeit; und dann zweitens, ob der zu hoffende Nutzen wichtiger sey und höher angeschlagen werden müsse, als der Nutzen dieser oder jener anderen Vervollkommnung, die mit gleichem Geldaufwande zu erlangen ist. Müssen beide Fragen bejahend beantwortet werden, so sind für den Staat schon Beweggründe zu der Unternehmung vorhanden, und es kommt gar nicht weiter auf das Verhältniß an, in welchem der Geldwerth, der in der nächsten Zeit zu erwartenden Ersparung an Transportkraft zu den Zinsen des Anlage-Kapitals stehe (ganz anders wie der Privat-Unternehmung); denn eines Theils ist diese Ersparung in der nächsten Zeit gar nicht die gesammte Ersparung, sondern sie kann vielmehr auf eine nicht voraus zu berechnende Höhe steigen, indem die Erleichterung des Verkehrs, besonders dann, wenn sie nicht auf einzelnen Straßenstrecken stattfindet, sondern über ein ganzes Land sich ausdehnt, den Verkehr selbst beleben und in hohem Grade vermehren kann; andern Theils kann die Erleichterung des Verkehrs auch noch für andere Staatszwecke, selbst in intellectueller und moralischer Beziehung, einen Nutzen haben, der sich nicht zu Gelde

berechnen läßt; welches beides Privat-Unternehmer, das erste wenigstens nicht in gleichem Maaße, das letzte gar nicht in Anschlag bringen können.

Daß die erste Frage bejahend zu beantworten sey, ist im Allgemeinen außer Zweifel, denn es ist nicht zu verkennen, daß, da der Ausnahmen nur wenige sind, Eisenbahnen im Ganzen nicht allein wirklich eine bedeutende Ersparung an Transportkraft und Transportkosten zu gewähren geeignet sind, sondern daß dann auch die Erleichterung des Verkehrs für die Gesammtmasse des Volkes, durch die Anreitzung, welche die Leichtigkeit des Vertriebes der Produkte zum bessern Anbau des Landes giebt, so wie in intellectueller und moralischer Rücksicht von sehr großem und unberechnenbarem Nutzen seyn werde. Ob die zweite Frage ebenfalls bejahend sey, hängt zwar ganz von Orts- und Zeitumständen und Verhältnissen ab; daß indessen die Bejahung, wenigstens im Friedenszustande, in der Regel wahrscheinlich sey, läßt sich aus der Erfahrung selbst, und zwar aus dem Verfahren abnehmen, welches wirklich die Staaten in Rücksicht der Straßen, mit vollem Rechte, schon immer befolgt haben. Diese Erfahrung macht es zugleich noch, gleichsam zusammenfassend und übersichtlich, anschaulich, wie weit der Fall, wenn der Staat Eisenbahnen bauen wollte, von demjenigen der Privat-Unternehmungen verschieden ist. Die Staaten nämlich haben es nun schon ziemlich allgemein erkannt, wie wichtig die Erleichterung des Verkehrs durch gute Straßen ist. Sie haben, in Folge dieser Einsicht, an die Stelle der natürlichen, schwer fahrbaren Wege Chausseen gesetzt. Aber wie haben sie dieß gethan? Sie haben die Kosten dazu aus Staats-Mitteln hergegeben, und nicht darnach gefragt, wie hoch sich diese Kosten, von der Ausgabe an, verzinsen werden. Aber mit vollem Grunde haben sie das gethan; denn der Erfolg hat bewiesen, daß das Anlage-Kapital von selbst dem Staate hundertfältig sich verzinsete und wieder einkam. Die glorreiche Regierung des preußischen Staates hat noch in neuester Zeit ein glänzendes Beispiel dazu gegeben. Sie hat Millio-

nen hergeschossen, um das Land mit trefflich chaussirten Straßen zu durchziehen. Herr Crelle dieses Aufsatzes war einer der näheren Augenzeugen davon; denn auch er hat Gelegenheit gehabt, vom Jahre 1816 an, als Techniker zu diesem heilvollen Werke mitzuwirken. Der geringe Zoll, welcher auf den neueren Chausseen, wie auf den älteren, erhoben wird, mag kaum die Erhaltungskosten derselben decken, und ist gewiß weit entfernt, auch nur die geringsten Zinsen des Anlage-Kapitals zu gewähren; geschweige denn das Kapital zurück zu erstatten. Gleichwohl hat der Staat nicht allein dabei wohl sich befunden, sondern die neuen Straßen sind auch augenfällig mit eine Ursach und Quelle der Zunahme der Blüthe des Staats gewesen, und das Land segnet auch dafür seinen erhabenen, väterlichen König. So wie nun aber Chausseen statt der gewöhnlichen Wege dem Staate nützlich und heilsam gewesen sind, so werden es fernerhin unfehlbar auch Eisenbahnen statt der Chausseen seyn. Denn sie verhalten sich im Allgemeinen, in Rücksicht ihres Nutzens, zu Chausseen fast eben so, wie diese zu den unbefestigten Wegen. Sie sind ein zweiter, mindestens gleich großer, Schritt zur Vervollkommnung. Die Staaten werden also, eben so wie sie es nützlich fanden, Chausseen aus Staatsmitteln zu bauen, auch wiederum eben so nützlich und angemessen es finden, Eisenbahnen gleichfalls aus Staatsmitteln zu bauen, sobald es, mitten unter den übrigen noch zu erzielenden Vervollkommnungen, thunlich und räthlich seyn wird, und sie werden dabei eben so wenig darnach fragen, wie hoch sie das Anlage-Kapital verzinse, wie sie es bei den Chausseen thaten, und eben so wenig, wie sie z. B. Unterrichts- oder andere nützliche Anstalten gründen auf die Geld-Verzinsung des Kapitals sehen.

Alles dieses aber können Privatpersonen nicht thun, und so zeigt sich denn augenfällig, wie groß der Unterschied sey zwischen Unternehmungen von Eisenbahnen durch Privatleute, und durch den Staat. Zugleich aber zeigt sich, daß daraus daß Privatleute bei solchen Unternehmungen vorsichtig seyn

müssen, durchaus nicht etwa folgt, daß Eisenbahnen überhaupt nicht zu empfehlen wären. Vielmehr behalten dieselben ihren großen und in der That unabsehlichen Werth, so schwierig auch ihre Förderung durch Privat-Unternehmungen in vielen Fällen seyn, und so große Vorsicht auch bei dergleichen Unternehmungen nothwendig seyn mag.

Anhang I.

Von den Dampfwagen auf Chausseen.[1])

Wir haben bisher die Dampfkraft nur als ein Fortschaffungsmittel auf Eisenbahnen betrachtet, aber der Unternehmungsgeist ist in neueren Zeiten dabei nicht stehen geblieben. Es sind verschiedene, zum Theil mit günstigem Erfolge gekrönte Versuche gemacht worden, Dampfwagen auf Chausseen oder Heerstraßen zu gebrauchen. Man hat zwar die Ausführbarkeit dieses Gedankens sehr in Zweifel gezogen; wenn wir aber in die Geschichte der Erfindung der Dampfmaschine zurückblicken, so sehen wir, daß ähnliche Zweifel und Bedenklichkeiten sich fast bei jedem wichtigen Fortschritte derselben erhoben haben. Vergleichen wir eine Heerstraße und eine Eisenbahn, so treten zwei Umstände hervor, welche dieser offenbar einen Vorzug geben. Einer dieser Umstände ist, daß die aus der Unebenheit der Oberfläche entstehenden Hindernisse der sich fortwälzenden Bewegung der Räder auf einer Eisenbahn bedeutend geringer sind, als auf einer Landstraße, und

1) Aus dem schon citirten und benutzten Werke von Lardner „über Dampfmaschinen."

zwar in dem Verhältnisse von 1 zu 20. Dieses Verhältniß aber ist durch die Beschaffenheit der Heerstraße bedingt, mit welcher die Eisenbahn verglichen wird. Eine gut gebaute Heerstraße bietet weniger Widerstand dar, als eine schlechte, und es ist eine ausgemachte Thatsache, daß eine nach Mac Adams Systeme gebaute Heerstraße weit mehr Widerstand darbietet, als eine gut gepflasterte. Die Entscheidung der Frage ist daher von einer andern abhängig, nämlich ob Straßen durch Pflasterung oder auf andere Weise für Dampfwagen ebener und besser gebaut werden können, als es die jetzt für Pferdekraft bestimmmten sind.

Die Eisenbahnen haben aber, außer der größern Ebenheit, noch einen andern Vorzug vor den Heerstraßen, welchen jedoch, wie ich glaube, die Gegner der Anwendung von Dampfwagen auf den Straßen wohl sehr übertrieben haben. Es ist eines der längst bekannten Gesetze der Adhäsion, daß diese größer zwischen den Oberflächen von Körpern gleicher Natur, als zwischen verschiedenen ist. So ist sie zwischen Metallen derselben Art größer, als zwischen zwei Metallen verschiedener Art. Zwischen zwei Metallen jeder Art aber ist sie größer, als zwischen Metall und Stein, oder zwischen Metall und Holz. Die Räder eines Dampfwagens haben eine größere Adhäsion an die Oberfläche des Weges und zeigen daher einen größern Widerstand gegen das Umdrehen, ohne Fortbewegung des Wagens, als es auf einer Heerstraße der Fall seyn würde, denn auf der Eisenbahn bleibt der eiserne Felgenkranz in Berührung mit den eisernen Schienen, während auf einer gewöhnlichen Straße die mit Eisen beschlagene Felge mit der steinernen Oberfläche in Berührung ist. Staub und andere sich locker anhängende Stoffe, die sich auf einer Heerstraße sammeln, wirken überdieß, wenn sie zwischen die Räder und die feste Oberfläche der Straße gedrückt werden, gewissermaßen wie Walzen und geben den Rädern eine größere Leichtigkeit zu gleiten, als wenn die Straße ganz rein wäre und die Räder in unmittelbarer Berührung mit der harten Oberfläche bleiben. Die Richtigkeit dieser Bemerkung zeigt

sich auf den Eisenbahnen selbst, wo die Adhäsion vermindert wird, so oft die Schienen mit fremdartigen Dingen, z. B. Staub oder nassem Thon bedeckt sind. Obgleich aber die Adhäsion der Räder eines Wagens auf einer gewöhnlichen Straße, geringer ist, als bei den Rädern eines Dampfwagens auf Schienen, so ist doch die wirkliche Adhäsion auf Heerstraßen größer, als man es gewöhnlich vorausgesetzt hat, und völlig hinlänglich Wagen fortzutreiben, die beträchtliche Lasten nach sich ziehen.

Die verhältnißmäßige Leichtigkeit, mit welcher Wagen auf Eisenbahnen und Heerstraßen fortgetrieben werden, trifft auf gleiche Weise jede bewegende Kraft, mag sie von Pferden oder von Dampfwagen herrühren, und mögen Ladungen von der einen oder der andern Kraft fortgetrieben werden, die Eisenbahn besitzt in Vergleichung mit der Heerstraße immer denselben verhältnißmäßigen Vorzug, und eine gegebene Kraftmenge der einen oder der andern Art wird immer in demselben Verhältnisse weniger auf einer Heerstraße, als auf einer Eisenbahn leisten. Dagegen aber sind die Kosten der ursprünglichen Anlage und der Aufwand für die Unterhaltung einer Eisenbahn gegen die gewisse Leichtigkeit der Fortschaffung in Anschlag zu bringen.

Bei den seither gemachten Versuchen, Dampfwagen auf Heerstraßen zu gebrauchen, hatten die Unternehmer zwei Zwecke im Auge, erstens leichtere und kleinere Maschinen zu bauen, und zweitens verstärkte Kraft. Es liegt am Tage, daß sich diese beiden Zwecke bei dem jetzigen Zustande unserer Kenntnisse nur durch die Erzeugung eines Dampfes von sehr hoher Hitze und Spannung erreichen lassen, so daß Dampf von dem kleinsten Rauminhalte die größtmögliche mechanische Wirkung hervorbringe. Die Art, den Wagen fortzutreiben, ist im Ganzen der Forttreibungsweise auf Eisenbahnen gleich gewesen, nämlich durch Kurbeln, die auf die Achsen gestellt sind, während die Räder an denselben Achsen befestigt werden, oder durch Verbindung der Kolbenstangen mit den Rädern, wie in der Fig. 160 dargestellten Maschine. Bei eini-

gen Wagen sind der Kessel, und die bewegende Kraft, so wie der Wagen für die Reisenden, auf dieselben Räder gestellt; bei andern aber steht die Maschine auf einem besondern Wagen, und zieht den für die Reisenden bestimmten Wagen nach sich, wie immer auf Eisenbahnen.

Der Hauptunterschied zwischeu den Dampfmaschinen auf Eisenbahnen und den für Wagen auf Heerstraßen eingerichteten, besteht in dem Bau des Kessels. Es ist hier wesentlich, daß der Kessel, während die Kraft unvermindert bleibt, leichter und kleiner sey. Man hat zur Erreichung dieses Zweckes verschiedene Mittel versucht, das Wasser so zu vertheilen, daß eine mit ihm in Berührung stehende beträchtliche Oberfläche der Wirkung des Feuers ausgesetzt werde. Es wurde in dünnen Schichten auf flachen Platten ausgebreitet, oder zwischen Eisenplatten, die sich in geringer Entfernung von einander befanden, während das Feuer zwischen ihnen wirkte, oder in kleine Röhren vertheilt, um welche das Feuer spielte, oder in Cylinder, die in einander gestellt waren.

In der Geschichte der Anwendung der Dampfkraft als eines Fortschaffungsmittels auf Heerstraßen steht der Name Goldworthy Gurney, eines Arztes und Chemikers in Cornwall obenan. Einige Versuche, die er seit 1822 über die Wärme angestellt hatte, lenkten seine Aufmerksamkeit auf den Plan, Dampfmaschinen auf Heerstraßen anzuwenden, und seit 1825 war er bemüht, eine Dampfmaschine zu bauen, welche zur Erreichung seines Zweckes dienen konnte. Viele Andere folgten ihm nach. Ob sie, oder sonst Jemand durch glücklichern Erfolg, durch größere Begünstigung des Publikums, oder durch höhere Geisteskraft ihm auf der betretenen Bahn zuvorkommen werden, läßt sich jetzt nicht leicht voraussagen. Was aber auch der Erfolg seyn möge, Gurney gebührt die Ehre, daß er zuerst die Ausführbarkeit des Gedankens dargethan hat.

Die Ungläubigkeit, der Widerspruch, und selbst die Verspottung, die Gurney's Plan fand, waren höchst merkwürdig. Alle kunstverständigen Werkmeister traten seinen

Ansichten sogleich entgegen, die geistige Beschränktheit, die zuweilen durch eine hauptsächlich, ja ausschließend auf einen blos praktischen Zweck gerichtete Bildung hervorgebracht und später durch blos praktische Bestrebungen unterhalten wird, erklärt einigermaßen diese Erscheinung. „Aber ich gestehe," sagt Dr. Lardner, „mit Befremden habe ich in den letzten zehn Jahren die gänzliche Ungläubigkeit bemerkt, die unter Männern von wissenschaftlicher Bildung herrschte, eine Ungläubigkeit, welche selbst durch die unzweideutigste praktische Bewährung kaum entfernt worden ist." „Unter den wissenschaftlich gebildeten Männern," sagt Gurney, „hat meine Meinung Niemand begünstigt, als allein der verstorbene Dr. Wollaston."

Auch Gurney war von der falschen Ansicht befangen, welche so lange hinsichtlich der Anwendung von Dampfwagen auf Eisenbahnen verbreitet gewesen ist, und, wie wir gezeigt haben, die Fortschritte der Erfindung wesentlich aufgehalten hat. Ohne die Frage durch Versuche zu entscheiden, nahm er bei seinen ersten Arbeiten für ausgemacht an, daß die Adhäsion der Räder auf einer Heerstraße zu gering sey, um einen Wagen forttreiben zu können. Ausgezeichnete Kunstverständige versicherten ihm, wie er sagt, daß dieß durch wirkliche Versuche ausgemittelt sey. Es ist aber auffallend, daß ein so einsichtiger scharfsinniger Mann sich nicht genauer nach den angeblichen wirklichen Versuchen erkundigte. Genug, er nahm es als enschieden an, daß die Räder nicht im Stande wären, den Wagen fortzutreiben, und verwendete viel Mühe und Geschicklichkeit, Hebel und forttreibende Vorrichtungen zu erfinden, die auf den Boden ungefähr wie Pferdefüße wirkten, um den Wagen fortzutreiben. Nach mehreren fruchtlosen Versuchen dieser Art brachte ihn die dabei erlangte Erfahrung zur Erkenntniß der Wahrheit, und er fand, daß die Adhäsion der Räder nicht nur hinlänglich war, einen schwer beladenen Wagen auf einer ebenen Straße fortzutreiben, sondern auch fähig, ihn über alle Anhöhen zu führen, die auf gewöhnlichen Heerstraßen vorkommen.

Digitized by Google

Es würde meinem Zwecke fremd seyn, alle Schritte, welche allmählig zu einer Verbesserung seiner Erfindung führten, umständlich anzugeben. Sie ist, wie andere Erfindungen, nach mehreren Fehlschlagungen weiter gekommen, hat aber endlich den Punkt erreicht, wo sie allein durch eine umfassende praktische Anwendung zu weiterer Vollkommenheit gelangen kann.

Der Kessel der Maschine ist so eingerichtet, daß kein Theil desselben, in welchem Metall der Wirkung des Feuers ausgesetzt ist, selbst die Stäbe des Rostes nicht ausgenommen, außer Berührung mit dem Wasser wäre. Bedenkt man, wie schnell die Wirkung eines heftigen Heerdfeuers Metall zerstört, wenn nicht Wasser die Hitze abhält, sich anhäufen, so wird man einsehen, wie vortheilhaft dieser Umstand ist. Ich habe gesehen, daß die Stäbe eines neuen, nie vorher gebrauchten Rostes auf einer einzigen Fahrt, zwischen Liverpool und Manchester schmolzen, und der Erfinder einer andern Form von Dampfwagen hat dem Dr. Lardner gestanden, daß seine Roststäbe, obgleich von ansehnlicher Stärke, nicht länger, als eine Woche dauern würden. In Gurney's Kessel sind die Roststäbe selbst Röhren, die mit Wasser angefüllt sind, und bilden eigentlich einen Theil des Kessels. Dieser Kessel besteht aus drei starken metallenen Cylindern, die horizontal über einander liegen. Einen Vertical-Durchschnitt giebt Fig. 169. Die Enden der drei Cylinder sind D H und I. In die Seite des untersten Cylinders D ist eine Reihe von Röhren eingelassen, die Fig. 170 im Grundrisse zeigt. Diese Röhren sind ein wenig aufwärts gerichtet, aus einem Grunde, den wir bald erklären werden. In dem Vertical-Durchschnitte Fig. 169 kann nur eine dieser Röhren bei C sichtbar seyn. Die anderen Enden dieser Röhren A sind mit eben so viel aufrecht stehenden Röhren verbunden, von welcher E eine ist. Die oberen Enden G dieser aufrecht stehenden Röhren sind mit einer andern Reihe von Röhren K in gleicher Anzahl in Verbindung, die von G ausgehen, und, ein wenig aufwärts gerichtet, sich in dem zweiten Cylinder H endigen.

In der Ansicht des Kessels Fig. 171 sind die drei Cylinder mit denselben Buchstaben bezeichnet. Zwischen den Cylindern D und H befinden sich zwei Verbindungs-Röhren B und ähnliche zwischen den Cylindern H und I. Der Natur des Durchschnitts gemäß, können diese nur als eine einzige Röhre in Fig. 169 erscheinen. Aus dem obern Theile des Cylinders I, geht die Röhre N hervor, die der Maschine Dampf zuführt.

Man sieht, daß der Raum F auf allen Seiten von einem aus Röhren bestehenden Roste eingeschlossen ist, welcher mit den Cylindern D und H verbunden ist, die unter sich durch die Röhren B in Verbindung stehen. Es ergiebt sich hieraus, daß Wasser, dem Cylinder I zugeführt, durch die Röhren hinabfließt und wenn es den Cylinder D und die Röhre C gefüllt hat, allmählig in B und E hinaufsteigt und endlich die Röhren K und den Cylinder H füllt. Die Roströhren C E K bilden den Feuerheerd. Die Röhren C sind das Feuerlager, die Röhren E und K die Hinterwand und die Decke des Heerdes. Die Feuerthür sieht man bei M Fig 171. Der Flammenzug geht über die Röhren K, und Flammen und heiße Luft werden in den Rauchfang geführt. Der Theil der Hitze des brennenden Feuers, welcher in andern Heerden die Roststäbe zerstört, wird hier verwendet, das in den Röhren C enthaltene Wasser zu erwärmen. Die ausstrahlende Wärme des Feuers wirkt auf die Röhren K, auf die Röhren E und theilweise auf die Cylinder D und H und die Röhren B. Der Zug der heißen Luft und der Flammen, der bei A in den Kanal geht, wirkt auf die Rückseite der Röhren E und die oberen Seiten der Röhren K und geht endlich in den Rauchfang über.

Wird das Wasser in den Röhren C E K erwärmt, so wird es specifisch leichter als Wasser von geringerer Temperatur, und erhält daher ein Streben aufwärts zu steigen. Es geht schnell in H über. Die kälteren Theile gehen mittlererweile hinab, und die geneigte Lage der Röhren C und K begünstigt jenes Streben des erwärmten Wassers, so daß ein

ungemein schneller Umlauf hervorgebracht wird, sobald das Feuer auf die Röhren zu wirken beginnt. Hat das Wasser eine so hohe Temperatur erlangt, daß schnell Dampf erzeugt wird, so werden in den das Feuer umgebenden Röhren stets Blasen gebildet, und wenn diese in den Röhren bleiben, so würde die Wirkung des Feuers nicht nur den Dampf zersetzen, sondern auch die Röhren glühend machen, weil das Wasser nicht hindurchginge, um die Hitze zu entführen. Die geneigte Lage der Röhren verhindert diese nachtheilige Folge. Eine in den Röhren C und K entstandene Dampfblase, welche das Streben hat, im Verhältnisse ihrer Leichtigkeit gegen das Wasser sich zu erheben, steigt nothwendig aufwärts in C nach A, in K nach H. Diese Bewegung des Dampfes aber wird unterstützt durch die schnelle Bewegung des Wassers, die stets in den Röhren stattfindet, wie wir bereits erklärt haben; sonst wäre es möglich, daß ungeachtet der Leichtigkeit des Dampfes gegen Wasser, eine Blase in der engen Röhre bleiben würde, ohne zu steigen. Ich hebe dieß besonders hervor, weil man das Verbrennen der Röhren, wie ich glaube irrig, dem Kessel zugeschrieben hat. Ich habe, um die Sache durch Erfahrung zu erproben, zwei Cylinder, wie D und H, durch Glasröhren verbunden, wie die mit C E K bezeichneten. Der schnelle und beständige Umlauf des Wassers wurde dadurch sichtbar. Es bildeten sich zwar Dampfblasen in den Röhren, aber sie giengen schnell in den obern Cylinder über, und stiegen zu der Oberfläche, so daß die Glasröhren nie eine höhere Temperatur erhielten, als das durch dieselben gehende Wasser hatte.

Dieses ist, meiner Meinung nach, der Hauptvorzug von Gurneys Kessel. Kein Theil des Metalles, woraus er besteht, kann eine höhere Temperatur erhalten, als das darin enthaltene Wasser, und diese Temperatur läßt sich, wie Jeder sieht, mit der größten Genauigkeit regeln. Ich habe die Röhren dieses Kessels gesehen, während sie schon lange Zeit der Wirkung des Feuers ausgesetzt waren, und nie bemerkt, daß der Ruß der sie bedeckte, geglüht hätte,

was der Fall gewesen seyn müßte, wenn die Röhre bis zu einem gewissen Grade wäre erhitzt worden, Da der Kessel in allen Theilen cylindrisch ist, so hat er diejenige Form, welche in mechanischer Hinsicht die größte Stärke gewährt, und in gegebenen Dimensionen die größte Wassermenge enthält. Auch ist er frei von den durch ungleiche Ausdehnung entstehenden Mängeln, die so nachtheilig in röhrenförmigen Kesseln sind. Die Röhren C und K können sich frei nach ihrer Länge ausdehnen, ohne in ihren Fugen locker zu werden und ohne irgend einen Theil der Vorrichtung zu spannen. Die Röhren E, die kurz sind, können sich nur sehr wenig ausdehnen, und man sieht leicht, daß die langen Röhren, mit welchen sie verbunden sind, dadurch keine Spannung erleiden.

Verwandelt sich Wasser in Dampf, so wird jeder mit ihm verbundene fremdartige Stoff frei auf den Boden des Gefäßes niedergeschlagen, in welchem das Wasser verdampft. Alle Kessel müssen daher von Zeit zu Zeit gereiniget werden, damit solche Niederschläge sich nicht als eine Rinde auf der innern Oberfläche anhäufen,*) und dieß ist, wie man einsieht, bei röhrenförmigen Kesseln mit besondern Schwierigkeiten verbunden. In dem Kessel, den wir hier betrachten, würde die aus dem Niederschlage entstandene Rinde sich in den Röhren C und K anhäufen, und, wenn sie nicht weggeschafft würden, die Röhren endlich verstopfen, aber überdies, da sie ein schlechter Wärmeleiter ist, die nachtheilige Wirkung haben, daß sie die Hitze bei dem Uebergange aus dem Feuer zu dem Wasser auffinge, wodurch das Metall der Röhre übermäßig erhitzt würde. Gurney, der dieß voraussah, fiel auf ein

*) Außer besondern Vorkehrungen bei der Einrichtung des Kessels, sucht man die Anhäufung des Bodensatzes, der gewöhnlich aus kohlensaurem Kalk und zuweilen auch Kochsalz besteht, dadurch zu verhüten, daß man gekochte oder zerquetschte Kartoffeln oder die Abfälle von Malz in den Kessel wirft. Andere haben als das wirksamste Mittel einen Zusatz von gröblich gepulverter Holzkohle vorgeschlagen.

sinnreiches chemisches Mittel, die Anhäufung des Niederschlags zu verhüten, indem er zuweilen eine Säure in die Röhren goß, die sich mit dem Niederschlage verbinden und ihn wegschaffen mußte. Dieses Mittel war ganz wirksam, wiewohl die praktische Anwendung desselben in den Händen gewöhnlicher Maschinenwärter nicht ohne Schwierigkeiten war. Gurney ließ sich durch Wollaston bewegen, es beizubehalten, bis die Erfahrung ihm die Unmöglichkeit bewies, es bei der gewöhnlichen Benutzungsart der Kessel wirksam anzuwenden. Er gieng dann zu einem einfachern, aber nicht minder wirksamen Mittel über, den Niederschlag durch mechanische Vorkehrungen wegzuschaffen. Der Mündung der Röhren gegenüber und auf der andern Seite der Cylinder D, H werden mehrere Löcher angebracht, welche, wenn der Kessel gebraucht wird, durch Metallschrauben verstopft werden. Bei der Reinigung der Röhren zieht man die Schrauben heraus, und bringt durch die Löcher einen eisernen Kratzer in die Röhren, welcher rückwärts und vorwärts geschoben, den Niederschlag wegräumt. Auf diese Weise kann ein gewöhnlicher Tagelöhner den Kessel reinigen. Die Zeit, in welcher ein Kessel dieser Art der Reinigung bedarf, wird größtentheils durch die Beschaffenheit des gebrauchten Wassers bedingt. Selbst bei dem Gebrauche des schlechtesten Wassers ist es, wie Gurney versichert, hinlänglich, den Kessel alle 14 Tage zu reinigen.

In den später gebauten Kesseln hat Gurney den Zug auf dem Feuerheerde durch die Art bewirkt, wie er den überflüssigen Dampf in den Rauchfang treibt. Diese Vorrichtung hat sich vollkommen wirksam bewiesen, und man hat gegen ihre Anwendung in Dampfwagen auf Heerstraßen nur den Einwurf gemacht, daß sie durch das Geräusch, welches sie hervorbrigt, Pferde scheu machen würde.

In den Dampfmaschinen auf der Liverpool-Bahn geht der Dampf durch die Ausleerungsröhre des Cylinders gerade in den Rauchfang, indem er mit der abwechselnden Bewegung des Kolbens stoßweise entweicht und ein Geräusch hervorge-

bracht wird, welches auf einer Eisenbahn keine Unbequemlichkeit verursacht, auf Heerstraßen jedoch gewiß bedenklich seyn würde. In Gurney's Maschine wird der aus den Cylindern entweichende Dampf in ein Behältniß geführt, welches er Blasekasten nennt, der zu demselben Zwecke dient, wie die obere Abtheilung eines Blasebalgs. Er empfängt den Dampf aus den Cylindern in einzelnen Stößen, läßt ihn aber in einem stetigen Strome durch viele kleine Röhren in den Rauchfang entweichen. Auf diese Weise wird ein regelmäßiger Luftzug bewirkt und kein Geräusch bemerkt. Auch hat der Dampf noch einen andern Ausgang, so daß der Führer des Wagens im Stande ist, den Zug des Rauchfangs zu verstärken oder zu vermindern, oder auch ganz zu hemmen, um die Stärke des Feuers nach der Beschaffenheit der Straße zu bestimmen. Dieß ist in der Praxis eine große Bequemlichkeit, weil es auf einigen Straßen kaum nöthig ist, das Heerdfeuer durch Luftzug zu verstärken, auf andern aber ein sehr heftiges Feuer unentbehrlich ist.

Mit jenem Blasekasten ist eine andere praktisch wichtige Vorrichtung verbunden. Die Röhre, durch welche das den Kessel speisende Wasser aus dem Behälter ihm zugeführt wird, läuft in Windungen durch den Blasekasten, so daß ein langer Faden des Speisewassers der Hitze des aus dem Cylinder entweichenden und in dem Kasten eingeschlossenen Dampfes ausgesetzt ist. In dem Durchgange durch diese Röhre wird das Wasser von 12° auf 80° Reaum: erwärmt. Die Feuerungsmittel, die nöthig seyn würden, dieß zu bewirken, werden daher erspart, und man berechnet, daß dieß $^1/_6$ der zur Verdampfung des Wassers erforderlichen Feuerung beträgt. Noch wichtiger aber in einem Dampfwagen ist es, daß ein Theil des Gewichts der Maschine erspart wird, ohne ihr dadurch etwas von ihrer Kraft zu entziehen. Während das Wasser in der oben beschriebenen wurmförmigen Röhre die Wärme des in dem Blasekasten enthaltenen Dampfes aufnimmt, condensirt es $^1/_6$ des überflüssigen Dampfes, welches dann von hier in den Wasserbehälter geführt wird, so daß man auf

diese Weise $^1/_6$ an Gewicht und Raum des Wassers erspart, das auf dem Wagen zur Speisung des Kessels geführt werden muß. *)

Die Erfahrung hat bewiesen, daß diese Vorrichtung alle Nachtheile verhütet; die durch Geräusch enstehen könnten.

In allen Kesseln verursacht die heftige Aufwallung bei dem Sieden eine Bewegung im Wasser und viele Gegenströmungen, durch welche der Dampf, wenn er auf der Oberfläche des Wassers frei wird, einen ansehnlichen Theil des Wassers in mechanischer Mischung mit sich wegnimmt. Geht dieses Waßer, das keine der Eigenschaften des Dampfes besitzt, und die Kraft des Dampfes, mit welchem es sich vermischt, nicht verstärkt, durch die Cylinder, so wird sehr viel Hitze und Wasser verschwendet, und es entstehen andere nachtheilige Wirkungen. In jedem Kessel müssen daher Vorkehrungen gemacht werden, um das in dem Dampfe enthaltene Wasser abzuscheiden, ehe der Dampf in den Cylinder übergeht. In gewöhnlichen, aus Metallplatten bestehenden Kesseln dient der über der Oberfläche des Wassers befindliche große Raum, der Dampfraum, zu diesem Zwecke. Der Dampf wird hier nicht bewegt oder gestört, das mit demselben mechanisch vermischte Wasser fällt daher vermöge seiner Schwerr, und im oberen Theile bleibt der reine Dampf zurück. In den kleinen röhrenförmigen Kesseln aber hat die Sache größere Schwierigkeit gehabt. Die engen Räume, in welchen das Sieden hier stattfindet, sind Ursache, daß sich mehr Wasser mit dem Dampfe vermischt, als in gewöhnlichen Kesseln statt-

*) In Kesseln für stehende Maschinen oder für Dampfschiffe wird die Dampfröhre, nachdem sie durch den Blasekasten gegangen ist, fortgesetzt, und läuft in mehreren Windungen über den Kessel, um die überflüssige Hitze nach dem Durchgange durch den Kessel und ehe sie den Rauchfang erreicht, aufzunehmen. Die Erfahrung hat gezeigt, daß bei Dampfwagen auf Heerstraßen die durch durch die überflüssige Hitze gewonnene Kraft nicht hinlänglich ist, das Gewicht der Kohlen fortzuschaffen, die nöthig sind, sie zu unterhalten.

finden würde, und der Mangel eines Dampfraums macht die Absonderung des Wassers von dem Dampfe etwas schwierig. Man hat diese Nachtheile durch mehrere sehr sinnreiche Erfindungen besiegt. Ich habe bereits den durch die Einrichtung der Röhren bewirkten schnellen und regelmäßigen Umlauf des Dampfes beschrieben. Die Regelmäßigkeit der Dampfströmungen in diesen Röhren vermindert allein schon die Vermischung des Wassers mit dem Dampfe. Dazu kommt noch das wirksame Absonderungsmittel, welches der Kessel I gewährt, ein ziemlich großer eiserner Cylinder, der außer dem unmittelbaren Einfluße des Feuers angebracht ist. Der Dampf wird zum Theil schon in dem Cylinder H von dem Wasser abgesondert, und der mit dem Wasser mechanisch vermischte Dampf, der sogenannte feuchte Dampf, geht in den Absonderungs-Cylinder I über. Hier wo der Dampf gleichsam in ruhendem Zustande ist, fallen die Wassertheilchen nieder, und der reine Dampf bleibt in dem oberen Theile des Cylinders. Dieser Absonderungs-Cylinder vertritt daher völlig die Stelle des Dampfraums über der Oberfläche des Wassers in den großen Kesseln. Der trockene Dampf wird gesammelt, um durch die Röhre N zum Treiben der Maschine ausgeleert zu werden, während das auf dem Boden gesammelte Wasser durch die Röhre T in den untersten Cylinder D geführt wird, um wieder durch den Kessel seinen Umlauf zu machen.

Die Kolben der Maschine wirken auf die Achsen der Hinterräder des Wagens, welche die Maschine tragen, mittelst Kurbeln, wie bei den Dampfwagen auf der Liverpool-Bahn, so daß die Achse sich stets umdreht, während die Maschine arbeitet. Die auf der Achse befindlichen Räder sind nicht beständig an derselben befestigt, wie bei den Eisenbahn-Wagen, sondern können sich auf ihr umdrehen, wie gewöhnliche Wagenräder. In den Rädern sind unmittelbar auf den Achsen zwei hervorragende Hebel befestigt, die sich mit der Achse drehen und die Stellung zweier entgegengesetzten Radspeichen haben. Sie können bald an das Rad befestigt, bald wegge-

nommen werden, so daß sie nach dem Belieben des Wagenführers die Räder treiben, sich mit der Achse zu bewegen, oder der Achse die Freiheit lassen, sich unabhängig von dem Rade, oder dem Rade sich unabhängig von der Achse umzudrehen. Die Maschine kann mittelst dieser Hebel ein Rad oder beide treiben. Werden beide Hebel mit den Rädern in Verbindung gebracht, so bringt die Kurbelstange beide Räder zum Umdrehen, und in diesem Falle tritt dieselbe Wirkung ein, die wir bei den Dampfwagen auf der Liverpool-Bahn sehen. Selten aber ist dieß nöthig, da die Adhäsion eines Rades mit der Straße gewöhnlich hinreichend ist, den Wagen fortzutreiben. Der Wagen wird meist nur durch eines der beiden Hinterräder getrieben. Die Vorderräder drehen sich wie gewöhnliche Wagenräder. Die Stellung dieser Räder kann von dem Wagenführer nach Belieben mittelst einer einfachen Vorrichtung verändert werden, und so wird der Wagen stets mit Genauigkeit und Leichtigkeit geführt.

Die zur Forttreibung eines Wagens auf gewöhnlichen Straßen nöthige Zugkraft verändert sich nach der Beschaffenheit der Straße, und daher ist auch der Druck auf die Kolben der Maschine einer Veränderung unterworfen. Noch mehr Veränderungen aber bewirken die Unebenheiten der Heerstraßen. Die unvermeidliche Veränderung in der Stärke der treibenden Kraft wird erlangt, wenn der Dampf in dem Kessel mittelst des Regulator-Ventils geregelt wird, wie wir bereits bei der Beschreibung der Dampfwagen auf Eisenbahnen angegeben haben. In dem vorliegenden Falle aber geht man weiter. Der Dampf in dem Kessel kann zu einem Drucke von 100 bis 200 Pfund auf den Quardratzoll gespannt werden, wogegen der Druck auf den Kolben nicht über 30 bis 40 Pfund steigen darf. So steht dem Wagenführer stets eine unermeßliche Dampfkraft zu Gebote, und ist ein Hügel zu übersteigen oder wird der Weg rauh, so kann er die Kraft erlangen, die er braucht, um die Schwierigkeiten zu besiegen.

Zwei Schwierigkeiten giebt es, welche man bei der An-

wendung der Dampfwagen auf Heerstraßen immer gefürchtet hat, erstens die Erlangung hinlänglicher Kraft, um über Anhöhen und rauhe Straßenstrecken zu kommen, zweitens die vermeinte Unzulänglichkeit der Adhäsion der Räder auf Heerstraßen. Die erste dieser Schwierigkeiten hat man dadurch zu überwinden gesucht, daß man stets einen Dampf von sehr hohem Drucke mit vollkommener Sicherheit im Kessel unterhielt. Was die andere Schwierigkeit betrifft, so haben alle Versuche gezeigt, es sey kein Grund zu der Voraussetzung, daß die Adhäsion der Räder unzureichend zum Forttreiben sey. Gurney fuhr mit seinem Dampfwagen über bedeutende Anhöhen auf den Straßen um London.

Ein doppelter Kolbenhub bewirkt eine Umdrehung der treibenden Räder, und nöthigt den Wagen, sich über einen Raum zu bewegen, der dem Umfange der Räder gleich ist. Es ist daher klar, daß, je größer der Durchmesser der Räder ist, der Wagen desto besser zu geschwinder Fortschaffung paßt, wogegen Räder von kleinerem Durchmesser besser für Kraftwirkung sind. Die von der Maschine auf die Räder ausgeübte forttreibene Kraft steht im umgekehrten Verhältnisse mit dem Durchmesser der Räder. Bei Wagen, die bestimmt sind, schwere Lasten mit mäßiger Geschwindigkeit fortzuschaffen, wird man kleinere Räder anwenden, wogegen bei denjenigen, welche Reisende mit bedeutender Schnelligkeit fortschaffen sollen, Räder von wenigstens 5 Fuß Durmesser die vortheilhaftesten sind.

Unter den vielen Vorurtheilen, zu welchen die neue Erfindung Anlaß gab, ist in seinen Wirkungen das nachtheiligste und in seiner Falschheit das auffallendste, die Meinung, daß Dampfwagen den Straßen schädlicher seyen, als die von Pferden gezogenen Wagen. Dieser Irrthum ist in dem Berichte des zur Untersuchung der Dampfwagen-Angelegenheiten ernannten Ausschusses des britischen Unterhauses klar und gründlich aufgedeckt worden. Es wird darin einleuchtend dargethan. daß Dampfwagen eine Straße nicht schneller verderben, als gewöhnliche Wagen, sondern daß die Füße der

Pferde eine Straße schneller zerstören, als die Wagenräder. Dampfwagen können breite Felgenkränze haben und wirken daher auf die Straße wie Walzen, wodurch die Oberfläche derselben Festigkeit erlangt. Die treibenden Räder, die erweislich nicht auf der Straße gleiten, wirken nicht nachtheiliger, als die gewöhnlichen rollenden Räder, daher wird die Straße durch Dampfwagen nicht mehr abgenutzt, als durch gewöhnliche Wagen, aber die durch die stampfenden und aufwühlenden Pferdefüße verursachte Abnutzung der Straße ist oft weit bedeutender, als die zerstörende Wirkung der Wagenräder. In dem angeführten Berichte ist es erwiesen, daß die Einführung von Dampfwagen wesentlich zur Erhaltung der Landstraßen beitragen wird, und daß Reisende dadurch eben so viel ersparen werden, als sie an Vortheilen schneller Fortschaffung gewinnen.

Man hat das Gewicht der bei Dampfwagen nöthigen Maschinerie zuweilen als einen Einwurf gegen ihre praktische Nützlichkeit angewendet. Gurney behauptet, es lasse sich durch Verbesserung der Maschinerie das Gewicht seiner Wagen, ohne ihre fortreibende Kraft zu schwächen, auf 35 Zentner herabsetzen, mit Ausnahme der Ladung, der Feuerungs-Mittel und des Wassers; aber er glaubt das Gewicht noch mehr vermindern zu können.

Ein von Gurney gebauter Dampfwagen, der 8 Stunden geht, verrichtet nach seiner Angabe das Werk von ungefähr 30 Pferden. Er berechnet, daß das Gewicht seines forttreibenden Wagens, der 18 Personen ziehen kann, dem Gewicht von 4 Pferden gleich, und der Wagen, in welchem die Reisenden sitzen, eben so schwer, als ein gewöhnlicher sey, der dieselbe Personenzahl fassen könne. Die ganze Vorrichtung des forttreibenden Wagens und des Personenwagens würde daher so schwer seyn, als eine gewöhnliche Postkutsche mit 4 Pferden.

Dampfwagen werden zur Fortschaffung von Personen oder Gütern auf gewöhnlichen Straßen in doppelter Art benutzt, entweder trägt der Wagen die Last, oder er zieht sie,

und man hat bald die eine, bald die andere Weise versucht. Jede hat ihre Nachtheile und Vortheile. Trägt derselbe Wagen die Maschine und Ladung, so wird das Gewicht des Ganzen im Verhältnisse zu der Ladung geringer seyn, und es kann ein größerer Druck auf die Räder hervorgebracht werden, um die Ladung fortzutreiben; auch glaubt man, es lasse sich eine größere Leichtigkeit in der Wendung und Leitung des Fuhrwerks, eine größere Sicherheit in dem Hinabfahren von Anhöhen und eine Ersparung am Anlage-Kapital dadurch erlangen. Dagegen werden die Reisenden, wenn sie sich mit der Maschine auf demselben Wagen befinden, durch das Geräusch der Maschinerie und durch die Hitze des Kessels und des Heerdes belästigt. Die Gefahr einer Explosion ist zwar so gering, daß sie vielleicht kaum Erwähnung verdient, aber selbst die Furcht vor einer Gefahr, sey sie auch ungegründet, sollte nicht unbeachtet bleiben. Diese Besorgniß wird offenbar gehoben oder vermindert, wenn die Reisenden in einem von der Dampfmaschine abgesonderten Wagen sitzen; der größte Vortheil einer solchen Absonderung aber ist, daß es dadurch erleichtert wird, eine Maschine mit einer andern zu vertauschen, wenn unterwegs ein Unfall oder eine Störung eintritt, und wofern ein solcher Unfall an einem Orte eintrete, wo keine neue Maschine zu haben wäre, so könnten die Reisenden durch Pferde weiter geschafft werden, bis ein anderer Dampfwagen erlangt würde. Auch darin liegt ein Vortheil, daß die Wagen für Reisende, wenn die Maschinen ausgebessert oder gereiniget werden müssen, nicht müssig zu bleiben brauchen. Es ist nicht dieselbe Zahl von Wagen für Reisende nothwendig, wenn die Maschine gebraucht wird, sie zu ziehen, als wenn man den Dampfwagen benutzt, sie zu tragen.

Wird eine sehr starke Dampfmaschine gebraucht, schwere Ladungen fortzuschaffen, so würde es unausführbar seyn, die Maschine und die Ladung auf vier Räder zu stellen, da der Druck so bedeutend seyn würde, daß keine Heerstraße ihn tragen könnte. In diesem Falle wird es unumgänglich nöthig seyn, wenigstens einen Theil der Ladung auf besondere

Wagen zu legen, um von der Maschine gezogen zu werden.

Vergleicht man Dampfwagen mit gewöhnlichen, so ist kein Vortheil; denn jene geben, einleuchtender, als die Sicherheit, die sie dem Reisenden gewähren. Die Dampfkraft steht vollkommen in unserer Gewalt und ein Dampfwagen läßt sich mit bewunderungswürdiger Genauigkeit lenken. Man kann ihn plötzlich zum Stillstehen bringen, wie groß auch die Schnelligkeit der Bewegung sey; er läßt sich in einem kleineren Raume wenden, als für einen vierspännigen Wagen nöthig ist. Bei Wendungen um scharfe Ecken ist keine Gefahr, wenn der Wagenführer nur die gewöhnliche Sorgfalt anwendet. Dagegen hat man Pferde weit weniger in der Gewalt, zumal bei der Schnelligkeit, die jetzt der Reisende für nothwendig hält. „Die Gefahr, daß die Pferde durchgehen und der Wagen umgeworfen werde — sagt Farey in dem Gutachten, daß er dem Ausschusse des Unterhauses gab — wird bei einem Dampfwagen sehr vermindert. Es ist ungemein schwer, vier solche Pferde zu lenken, die eine schwere Postkutsche 10 englische Meilen in einer Stunde ziehen können können, wenn sie scheu werden oder durchgehen, und bei so schnellem Fahren müssen sie so munter erhalten werden, daß sie immer Lust haben durchzugehen, zumal bergab und bei scharfen Krümmungen der Straße. Dampfkraft hat wenig Gefahr, da man sie vollkommen in der Gewalt hat und hemmen kann, wenn es bergab geht. Nur bei großer Nachlässigkeit kann ein Dampfwagen umgeworfen werden. Die Möglichkeit, daß der Wagen breche, wird nicht größer, als in Pustkutschen seyn, wenn gehörige Sorgfalt angewendet wird. Die Gefahr des Zerspringens des Kessels, ist die einzige neue Gefahr, die bei den Dampfwagen eintritt, und diese scheint sich mit der Gefahr, welcher man bei Pferden ausgesetzt ist, nicht vergleichen zu lassen."

Wie gering die Gefahr des Zerspringens sey, wenn sie wirklich vorhanden ist, beweist die Thatsache, daß die Kessel der Dampfwagen auf der Liverpool-Bahn, die größer und

nicht so stark als Gurney's Maschinen sind, nie verderbliche Wirkungen durch Explosion gehabt haben, wiewohl sie oft gesprungen sind. Dr. Lardner stand nahe bei einem Dampfwagen, als der Kessel sprang. Es hatte weiter keine Wirkung, als daß das Wasser durch die Röhren in das Feuer lief, und dasselbe auslöschte.

In Fig. 172 sehen wir Gurney's Dampfwagen, der einen Wagen für Reisende nach sich zieht.

Eine der größten Schwierigkeiten, welche Dampfwagen auf Heerstraßen zu überwinden haben, ist die Fahrt über sehr steile Anhöhen; denn man giebt allgemein zu, daß mäßige Anhöhen keine bedeutende Schwierigkeiten darbieten, selbst bei dem jetzigen Zustande unserer Kenntnisse. Die Thatsache, daß Gurney mit seinem Wagen über die Anhöhe Ad Highgate, die an einem Punkte 1 in 9 Fuß Steigung hat, gekommen ist, zu einer Zeit, wo sein Dampfwagen noch sehr unvollkommen war, entscheidet die Frage über die Möglichkeit, jene Schwierigkeit zu überwinden. Es bleibt jedoch noch zu entscheiden, ob die Unbequemlichkeit, welche mit der Auffindung von Mitteln, den Schwierigkeiten bei steilen Steigungen zu begegnen, verbunden sind, nicht größer sey, als der Vortheil, sie überwinden zu können. Farey, dessen Meinung hier großes Gewicht hat, glaubt, daß es im Ganzen vortheilhafter sey, auf sehr steilen Anhöhen Postpferde zur Unterstützung des Dampfwagens zu nehmen, als sich der Unbequemlichkeit auszusetzen, für selten vorkommende Fälle die nöthige Kraft und Stärke der Maschinerie sich zu verschaffen. Kommt es bloß darauf an, eine bewegende Kraft zu erlangen, so scheint es mir, daß Gurney's Kessel völlig hinreichend seyn würde, alles zu leisten, was erforderlich wäre, um über irgend eine Anhöhe auf einer Heerstraße zu gelangen, aber man darf nicht vergessen, daß nicht bloß ein reichlicher Vorrath von bewegender Kraft, sondern auch eine Stärke und ein Gewicht der Maschinerie, die im Verhältniß zu der ausübenden Kraft stehen, unentbehrlich sind. Die Stärke und das Gewicht, die nöthig sind, um sehr steile An=

höhen zu befahren, sind weit größer, als man sie auf einer ebenen Straße oder bei geringen Höhen braucht, und es folgt daraus, daß, wenn wir über solche steile Hügel durch die bloße Kraft des Dampfwagens gelangen, die Maschine mit der ganzen Last der Maschinerie beladen werden muß, die für solche Nothfälle erforderlich ist, während eine solche Zusatzlast auf allen andern Theilen der Bahn gar nicht gebraucht wird, und daher hindert, insofern dadurch ein gleiches Gewicht an Gütern ausgeschlossen wird, die man sonst hätte fortschaffen können. Es ist jedoch zu bemerken, daß über diesen Punkt abweichende Meinungen unter den Kunstverständigen herrschen und Einige es für ausführbar halten, eine Maschine ohne unbequemes Gewicht zu bauen, die über alle Anhöhen auf einer Heerstraße gelangen könnte.

Wie dem auch seyn möge, die Schwierigkeit ist von der Art, daß sie bei dem in England befolgten verbesserten Straßenbau-System verhältnißmäßig unbedeutend ist. Müßte man bei Anhöhen, welche die Dampfmaschine nicht überwinden kann, Pferde zu Hülfe nehmen, so würde ein solcher Beistand höchstens dreimal auf den Heerstraßen zwischen London und Holyhead nöthig seyn und dasselbe gilt von anderen Straßen, auf welchen lebhafter Verkehr ist. Ich theile daher Farey's Meinung, daß es wenigstens für jetzt besser seyn werde, Wagen zu bauen, die geeignet sind, ohne Beistand über mäßige Anhöhen zu gelangen, und Postpferde zu nehmen, wenn dieß nicht möglich ist.

In dem Kessel, der in dem von Walter Hancock angegebenen Dampfwagen gebraucht wird, geschieht die Theilung des Wassers auf die Art, daß ein Behältniß durch dünne Metallplatten abgetheilt ist, und das Wasser überall zwischen einem Plattenpaar fließt, durch welche die Flamme und die heiße Luft fortgetrieben werden.

Mehrere dünne Wasserschichten sind hier auf beiden Seiten der stärksten Wirkung der Flammen und der heißen Luft ausgesetzt, so daß der Dampf von hohem Druck reichlich und schnell erzeugt wird. Die Platten, die den Kessel bilden,

sind durch starke eiserne Klammern verbunden, die sich über den Kessel erstrecken. Die Entfernung zwischen den Platten beträgt 2 Zoll. Es giebt zehn flache Wasserkammern dieser Art, und zwischen ihnen zehn Feuerzüge. Unter den Zügen ist der Feuerheerd oder Rost, wo sechs Quadratfuß Kohlen hell brennen. Die Kammern sind alle bis auf $^2/_3$ ihrer Tiefe mit Wasser gefüllt, und das andere Drittel ist der Dampfraum. Die Wasserkammern sind in der ganzen Reihe an dem oberen Theile und dem Boden mit einander verbunden, und werden durch zwei große Riegel zusammengehalten. Nimmt man diese Riegel weg, so fallen die Kammern auseinander. Eine Pumpe führt das Wasser dem Kessel zu, und der Dampf geht aus dem Mittelpunkt eines der Kanäle am obern Theile.

Die Kessel sind so eingerichtet, daß sie einen Druck von 400 bis 500 Pfund auf den Quadratzoll aushalten können; aber der durchschnittliche Druck des Dampfes auf das Sicherheits-Ventil ist 60 bis 100 auf den Quadratzoll. Es sind 100 Quadratfuß Oberfläche in Berührung mit dem Wasser, das dem Feuer ausgesetzt ist. Ein solcher Dampfwagen legt 8 englische Meilen zurück, ehe frische Vorräthe von Kohlen und Wasser eingenommen werden. Er braucht gegen zwei Bushel (168 Pfund) entschwefelte Kohlen auf eine solche Station.

Hancocks Dampfwagen unterscheidet sich dadurch von Gurney's Maschine, daß in jenem die Reisenden und die Maschine sich auf einem und demselben Wagen befinden. Der Kessel ist hinter dem Wagen. Ein Maschinenhaus befindet sich zwischen dem Kessel und den Reisenden, die auf dem vorderen Theile des Wagens sitzen, so daß die ganze Maschinerie hinter ihnen ist. Die Wagen haben Platz für 14 Reisende, und wiegen außer ihrem eigenen Gewichte, gegen $3^1/_2$ Tonnen. Die Radfelgen sind $3^1/_2$ Zoll breit. Hancock behauptet, die Einrichtung seines Kessels sey von der Art, daß selbst bei dem Zerspringen desselben keine Gefahr zu fürchten sey, noch auch ein anderer Nachtheil als eine Hemmung des Wagens. Nach seiner Angabe kam der Wagen,

während er 9 englische Meilen in einer Stunde zurücklegte und mit einem Druck von ungefähr 100 Pfund auf den Quadratzoll wirkte, plötzlich zum Stillstehen gebracht werden. Anfänglich bemerkte man die Ursache der Hemmung nicht, als man aber einen der Hähne des Kessels öffnete, fand sich, daß weder Dampf noch Wasser darin war. Bei weiterer Untersuchung fand man, daß der Kessel gesprungen war. Als man die Schrauben der Riegel löste, zeigten sich in den Wänden der Wasserkammern mehrere große Oeffnungen, durch welche das Wasser in das Feuer geflossen war, aber man hatte weder Geräusch noch eine Explosion bemerkt, und der Unfall hatte sonst keine gefährlichen Folgen.

Dieser Kessel hat einige auffallende Mängel. Es ist offenbar, daß die dünnen flachen Platten diejenige Form sind, welche, mechanisch betrachtet, die geringste Stärke gewähren, und wie es scheint, wird auch kein wesentlicher Vortheil gewonnen, der durch die Vergrößerung der dem Feuer ausgesetzten Oberfläche Ersatz geben könnte. Es ist ein großer Mangel, daß ein Theil der Oberfläche jeder Platte der Wirkung des Feuers ausgesetzt ist, während er nicht in Berührung mit dem Wasser ist. In dem obern Theile der erwähnten Räume ist nur Dampf enthalten. Kunstverständige haben bemerkt, und Versuche bestätigen es, daß wenn Dampf auf der Oberfläche des Wassers erhitzt wird, er sich zersetzt und seine Elasticität verliert, dieß aber ist nicht der einzige Nachtheil, der mit jener Einrichtung des Kessels verbunden ist; denn auf diesen Theil des Metalls wirkt dennoch das Feuer, zwar mit geringerer Stärke, als auf denjenigen, der das Wasser enthält, aber doch so stark, daß das Metall dadurch zerstört wird. Hancock suchte, wie es scheint, diesem Mangel dadurch abzuhelfen, daß er den flachen Wasserkammern eine veränderte Stellung gab, indem er die unteren auf die Stelle der obern brachte und umgekehrt. Dieß mochte zu einer gleichmäßigen Abnutzung der nicht vom Wasser berührten Platten durch die Wirkung des Feuers führen, aber das Ganze wurde darum nicht minder schnell zerstört. Es

scheint keine Vorkehrung zur Absonderung des Dampfes von dem mit ihm vermischten Wasser vorhanden zu seyn, und wirklich hat diese Maschine nichts, was die Stelle des Absonderungs-Verhältnisses in Gurney's Dampfwagen vertreten könnte. Es muß dadurch viel Kraft ungenutzt verloren gehen.

Die Roststäbe sind einer so starken Hitze ausgesetzt, daß sie in einer stets gebrauchten Maschine kaum eine Woche dauern; der Zug auf dem Heerde wird durch ein von der Maschine in Bewegung gesetztes Gebläse bewirkt. Dieß ist vielleicht der größte Mangel dieser Maschine. Die Kraft, welche zur Bewegung dieser Vorrichtung gebraucht und der Maschine entzogen wird, ist sehr bedeutend. Hancock hat die auf den Achsen angebrachten Kurbeln aufgegeben, und dafür eine Kette ohne Ende und Zahnräder eingeführt. Auch dies hält Dr. Lardner für einen Mangel und für die Ursache eines großen Kraftverlustes, wiewohl dadurch freilich die Schwächung der Achse, welche die Kurbeln immer bewirken, vermieden wird.

Nathanael Ogle erhielt ein Patent auf einen Dampfwagen und machte einige Zeit Versuche mit seiner Erfindung; da er aber seine Bemühungen aufgegeben zu haben scheint, so vermuthet Dr. Lardner, daß es ihm nicht gelungen ist, diejenigen Bedingungen zu erfüllen, ohne welche die Maschine nicht mit Ersparniß und Vortheil benützt werden konnte. Nach den Angaben, die er dem Ausschusse des Unterhauses mittheilte, bestehen der Boden und der Obertheil des Kessels aus Querstücken, die inwendig cylindrisch und auswärts viereckig sind. Durch diese Stücke gehen Löcher, und durch das Ganze zieht sich eine Luftröhre, Das innere Loch der unteren Oberfläche und das untere Loch der oberen sind etwas größer, als die übrigen. Die Luftröhre umgiebt ein kleiner Cylinder, dessen Rand die größere Oeffnung der innern Oberfläche der unteren Vorrichtung, und die obere Oberfläche der oberen umschließt. Beide werden durch Schrauben zusammengehalten. Die Querstücke werden durch Verbindungs-

stücke vereinigt, und das Ganze ist so fest verbunden, daß Hancock nach seiner Angabe in einem zehnmal kleinern Raume und bei einem zehnmal geringern Gewichte dieselbe erhitzende Oberfläche und eben so viel Kraftwirkung, als durch andere Kessel mit niedrigem Drucke gewonnen werden kann, bei weit größerer Sicherheit erlangt. Der Kessel, mit welchem er seine Versuche anstellte, hat eine erhitzende Oberfläche von 250 Fuß, in einem Raume, der 3 Fuß 8 Zoll hoch, 3 Fuß lang, 2 Fuß 4 Zoll breit, und gegen 8 Zentner schwer war. Er versorgte 2 Cylinder mit Dampf, welche durch ihre Kolben mit einer Kurbelachse verbunden waren, je nachdem es das Bedürfniß der Maschine verlangte. Ein Rad wurde hinlänglich befunden, außer unter sehr schwierigen Umständen und bei Steigungen von 1 in 6 Fuß. Die Cylinder, aus welchen der Kessel besteht, sind so klein, daß sie einen größern Druck zu ertragen vermögen, als durch die Feuerung unter dem Kessel erlangt werden könnte, und wenn einer dieser Cylinder auf irgend eine Weise beschädigt werden sollte, so würde er bloß als ein Sicherheits-Ventil für die übrigen wirken. Selbst bei dem größten Drucke ist nach Hancocks Versicherung seyn Kessel nie gesprungen und nach zwölfmonatlichem Gebrauch nie gereiniget worden.

Dr. Church in Birmingham erhielt mehrere Patente auf Erfindungen, die mit Dampfwagen für Heerstraßen in Verbindung standen. Es bildete sich ein Verein vermögender Männer in Birmingham, um Maschinen nach seinem Plane zu bauen. Sein Kessel ist von Kupfer. Das Wasser befindet sich zwischen zwei Kupferplatten, die durch kupferne Nägel verbunden sind, ungefähr in der Art, wie der obere Theil einer Matraze mit dem untern. Diese Doppelplatten bilden einen rechtwinkligen Kasten, dessen Inneres den Feuerheerd und das Aschenloch enthält. Ueber dem Ende desselben befindet sich der Dampfkasten. Der unmittelbaren Wirkung des Feuers ist eine so große Oberfläche ausgesetzt, daß mit großer Schnelligkeit Dampf erzeugt wird. Bei solchen Kesseln ist es sehr schwierig, den Niederschlag wegzuräumen, der sich zwi-

schen zwei so enge verbundenen Kupferplatten als Pfannenstein anhäufen muß. Church wollte ihn durch eine sich leicht mit demselben verbindende Säure wegschaffen. Es ist das Mittel, welches Gurney auf Wollastons Empfehlung gebrauchte, er hat jedoch nach seiner Versicherung gefunden, daß es bei der gewöhnlichen Benutzungsart der Kessel nicht anwendbar ist.

Auch fürchtet Dr. Lardner, daß in den Räumen zwischen den Kupferplatten, welche den beschriebenen Kessel in Churchs Maschine bilden, die entstehenden Dampfblasen nicht leicht genug entweichen können, und wenn sie in dem, der Wirkung des Feuers ausgesetzten Theile des Kessels zurückbleiben, so wird das Metall einen ungehörigen Grad von Hitze erhalten. Ich habe übrigens diesen Dampfwagen in Thätigkeit gesehen und seine Leistungen sehr befriedigend gefunden.

Verschiedene andere Pläne, Dampfwagen auf Heerstraßen anzuwenden, sind mehr oder weniger vorgeschritten, von welchen wir nur die von Maudslay und Field, Macerone und Russel in Edinburg entworfenen nennen, aber die diesem Werke gesteckten Grenzen erlauben uns nicht, in eine umständliche Beschreibung einzugehen.

Anhang II.

Die Eisenbahnen in den vereinigten Staaten von Nordamerika.[1])

Nordamerika ist, wie fast kein anderes Land, durch seine physikalische Oberflächen-Beschaffenheit zur Communi-

1) Wir bemerkten schon S. 40 dieser Schrift, daß wir auf des Königlich-Französischen Gen.-Adjutant. im Genie-Corps, Herrn Guill.

kation mittelst Kanälen und Kunststraßen geeignet. Seine ungeheuren Flüsse, seine weiten Meerbusen und Buchten, so wie seine großen Landseen bilden zusammen ein Ganzes der innern Schifffahrt, so wie es kein anderes Festland darbietet. Es entsteht dadurch ein Gürtel von natürlichen, und der Küste paralellen Kanälen von mehr als 1800 Lieues (über 1000 deutsche Meilen) Länge, auf denen Segelböte und Segelschiffe aller Art von der östlichen Gränze der Union bis zum Golf von Meriko gehen.

Das Land wird durch das Alleghani-Gebirge in zwei Abhänge, in einen östlichen und in einen westlichen getheilt. Wir unterscheiden daher auch zweierlei Linien von Eisenbahnen in Nordamerika. Wir begreifen unter der Atlantischen Linie alle diejenigen, welche einen zweiten künstlichen, den Küsten paralellen Verbindungs-Gürtel bilden, und unter dem Namen der Atlantischen Linie nach Westen, alle diejenigen Eisenbahnen, welche direkte oder indirekte Verbindungen zwischen jener ersten Linie und den Gegenden westlich von den Alleghany-Gebirgen, hervor oder in Gang gebracht haben.

Die am Ufer liegenden Länder sind am bevölkertesten; sie waren schon durch die Dampfschifffahrt, welche den Handelsgeist der Bewohner der Ufer des Atlantischen Meeres so sehr unterstützt hat, vereinigt. Dennoch war dieses Verbindungs-Mittel nicht hinreichend; das Bedürfniß einer raschern und

---

Tell Pousin, eben so wichtiges als interessantes Werk: „Cheminos de Fer Américains“ (Paris 1836) zurückkommen würden. Leider kam es so spät in unsere Hände, daß wir erst jetzt, in einem Anhange, es benutzen können. Wir geben einen gedrängten Auszug aus dem beschreibenden und technischen Theil des Buchs, der unsern Lesern um so angenehmer seyn dürfte, da bis jetzt noch keine Uebersetzung davon erschienen und dasselbe theuer ist. Die Amerikanischen Eisenbahn-Anlagen sind so großartig, sie entfalten so manches technisch Wichtige und Eigenthümliche, daß wir mit diesem Anhange unser Werk wesentlich zu bereichern glauben dürfen.

größern Communikation gab Veranlassung zu der Anlage von Eisenbahnen, deren Wohlthaten die entferntesten Generationen einst empfinden werden und mittelst denen einst Boston mit Neu-Orleans verbunden seyn wird; eine solche Verbindung existirt schon theilweise durch Eisenbahnen und theilweise durch Dampfschiffe.

Wir beginnen die Beschreibung dieser großen Atlantischen Linie, indem wir von Osten nach Westen vorgehen und betrachten Boston, die Hauptstadt von Massachusetts, als östlichen Ausgang, und Charleston in Südcarolina als südwestlichen Endpunkt.

Einfache Eisenbahn von Boston nach Providence.

Eine durch alle großen Städte an den Ufern des Atlantischen Oceans gehende Verbindungs-Linie hatte, wegen den so häufigen Handelsverbindungen zwischen diesen verschiedenen Mittelpunkten des Verkehrs, um so mehr Interesse für die Union, die Eisenbahn zwischen Boston und Providence wurde daher das erste Glied der großen Kette.

Die Dampfschifffahrt auf dem Sunde, der Meerenge zwischen dem Festlande und Long-Island, verband New-York und Providence an der Spitze der Bucht von Narraganset im Staate von Rhode-Island in 12 bis 15 Stunden; diese Entfernung beträgt zu Wasser 80 Lieues (48 deutsche Meilen). Von Providence nach Boston beträgt die Enfernung auf dem gewöhnlichen Wege 17½ Lieues (10½ deutsche Meilen), die man mit Wagen in 5 Stunden zurücklegte, so daß die scheinbare Entfernung zwischen Boston und New-York 17 bis 20 Lieues (10 bis 12 Meilen) betrug. Im Winter, wenn die meisten nördlichen Häfen durch Eis versperrt sind, muß die Reise zu Lande mit der Post gemacht werden, die Umwege verfolgt und den Weg 120 Lieues (72 Meilen) lang macht.

Die Eisenbahn zwischen Boston und Providence war daher eine der ersten in den vereinigten Staaten. Die-

selbe durchschneidet ein coupirtes Terrain, welches den Wassertheiler zwischen den Gewässern bildet, die einerseits in den Meerbusen von Massachusetts und anderntheils in dem von Narraganset fließen. Der höchste Punkt liegt 79 Meter (252 rheinl. Fuß[1]) über dem Meere bei Providence. Man übersteigt dieselbe durch einen langen und tiefen Einschnitt und durch eine Rampe, deren stärkster Abhang 7 Millemeter auf 1 Meter nicht übersteigt. Obgleich die Kosten eines solchen Terrain-Einschnitts sehr bedeutend waren, so zog man es doch vor, sie daran zu wenden, als steilere Rampen mit feststehenden Maschinen zu wählen. — Die Erdarbeiten sind auf eine doppelte Bahnlinie berechnet und haben daher eine Breite von 7,8 Meter ($22^1/_3$ rheinl. Fuß.)

Die Bahn geht von der Promenade in Boston aus und durchschneidet den Meeresarm, welcher die Stadt von der Vorstadt Roxbury trennt, auf einem künstlichen Damm, der zum großen Theil aus der, aus den benachbarten Morästen gegrabenen Erde und auf einer gewissen Strecke aus Pfählen besteht, die, so lange sie nachgaben, eingerammt und dann unter der Oberfläche des Wassers oder der Moräste gleich hoch abgeschnitten wurden. Auf diesem Pfahlwerk führte man nun ein Mauerwerk von Bruchsteinen bis zur erforderlichen Höhe der Bahn auf. Diese letztere Construktions-Methode ist nur an den seichten Punkten der Meeresenge angewendet worden; da, wo das Wasser tief war, machte man Aufschüttungen.

Dieser Damm hat fast 1700 Meter Länge und hat sehr viel Kosten verursacht, da die Ebbe und Fluth an jenem Punkt Niveau-Differenzen von 3,3 Metr. ($10^1/_2$ Fuß) giebt. Dennoch ist das Werk fortwährend sehr fest. Man hat auf dem Damm eine Doppel-Bahn vorgerichtet.

Von Roxbury setzt die Bahn bis nach Canton fort und durchschneidet den Morast von Nepomsett ebenfalls

---

1) Wir nehmen bei diesen Reductionen 1 Meter = 3 Fuß, 2 Zoll, 3 Linien rheinl. an.

auf einem Damme, welcher nach denselben Prinzipien, wie der von Roxbury construirt ist. Die Höhe der Wasserscheide durchschneidet die Bahn mittelst eines Terrain-Einschnittes von 22 Meter (70 Fuß) Tiefe und bei einem mittlern Ansteigen von 7 Millim. auf 1 Meter (ungefähr 1 Linie auf 1 Fuß.) Von der Wasserscheide setzt die Bahn über Sharon und Attleborough bis nach Providence fort; das Maximum des Abfalls beträgt 4 Millim. auf 1 Met. ($1^1/_2$ Lin. auf 3 Fuß)

Die Schienen sind gewöhnlich englische Stabschienen (sieh Fig. 11, 16 ꝛc.); sie sind 4,57 Meter ($14^1/_2$ rheinl. F.) lang und daher höchst wahrscheinlich, was Herr Poussin nicht bemerkt, gewalzte, von denen das laufende Meter 27 Kilogr.)56,7 Pf. Cölln.) wiegt. Die Schienen liegen in gußeisernen Stühlen, von denen jeder 4,3 Kilogr. (9 Pf.) wiegt und diese sind auf Blöcken oder Querschwellen (s. Fig. 38,39) befestigt, die aus dem Holze der amerikanischen Ceder bestehen. Diese Schwellen liegen 1,22 Meter (3 Fuß $10^1/_2$ Zoll) auseinander und ruhen auf kleinen Mauern auf der neu angefertigten Chaussee, oder auf hölzerne, der Länge nach gelegten Balken, oder auf dem festen, natürlichen Gestein. Schienen und Schienenstühle sind aus England eingeführt.

Die Bahn soll mit aus England kommenden Dampfwagen befahren werden, welche den ganzen Weg zwischen Boston und Providence, dessen Länge mittelst des Schienenwegs 67,591 Metr. oder ungefähr 17 Lieues (10,2 deutsche Meil.) beträgt in zwei Stunden zurücklegen können.

Die Actiengesellschaft bildete sich 1831, die Arbeiten begannen 1833, und in diesem Jahre 1836 wird die ganze Bahn vollendet worden seyn. — Dieselbe Gesellschaft hat auch noch den Bau einer 3755 Meter langen, einfachen Seitenbahn nach Durham unternommen, von der das laufende Meter 42 Fr. gekostet hat.

Ueberſichts-Tabelle der Eiſenbahn von Boſton nach Providence:

Länge.	Ausgeglichene Abhänge.	Steigen.		Veranſchlagte Koſten auf ein Metr.	Bewegende Kraft.	Krümmungs-Halbmeſſer.	Geſchwindigk. in der Stunde.	Gewicht der Schienen.
10,2 deutſche Meilen.	227 Met. 707 rhl Fuß	1/142	1/240	50 Fr.	Maſchinen.	1800 Meil.	33 Kilomet 8761 pr. Ruth. 4,4 Meil.	56,7 42 Pf.

Die Anzahl der im Jahre 1834 täglich auf der Bahn reiſenden Perſonen betrug 500. — Die Actien ſtehen jetzt 124 Procent.

Wir geben auch in der folgenden Tabelle eine Ueberſicht von den Reſultaten der Conſtruction auf der Fortſetzung der Bahn

von Boſton nach Neu-York.

Entfernung in Preuß. Ruthen.			Gebrauchte Zeit.	Koſten für den Reiſenden
Zu Waſſer.	Auf der Eiſenbahn.	Abſolute Entfernung.		
85658 (43 Meilen.)	17755 (8,8 Meilen.)	103,085 (52 Meilen.)	14 Stunden.	42,4 Fr.

Einfache Eiſenbahn von Providence nach Stonington.

Stonington iſt ein Dorf im Connecticut, am Ufer des Sund, und iſt mittelſt eines Molos oder Hafendammes den Schiffen zugänglich, die auf dieſe Weiſe gegen das Eis geſchützt werden, welches im Winter zuweilen einen Theil des Providence-Fluſſes verſtopft,

Ueber die Zahlenverhältniſſe der Bahn giebt die folgende Tabelle Auskunft. Das Terrain iſt günſtig, obwohl etwas

coupirt und die höchste Erhebung über dem Meeresspiegel beträgt 61 Meter (194½ Fuß), welche jedoch so vertheilt ist, daß die Bahn sehr leicht mit Locomotiven befahren werden kann, denn das Maximum des Steigens beträgt 6 Millim. auf 1 Meter (ungefähr 0,8 Linie auf 1 Fuß.)

Die Bahn durchschneidet eine Menge von Fabriken und Manufakturen und mehrere sehr bevölkerte Dörfer.

Der granitische Boden lieferte hinreichendes und treffliches Material zum Legen der Schienen. Einige Gewässer sind mittelst hölzernen Brücken mit Widerlagemauern überschritten.

Die Arbeiten haben erst 1833 begonnen; Erdarbeiten und Nivellements sind 7,61 Meter (21¼ Fuß) breit gemacht, damit 4 Reihen von Schienen Platz finden können; obwohl jetzt nur 2 Reihen nebst den nöthigen Ausweichplätzen, um den freien Verkehr von den entgegengesetzten Seiten nicht zu verhindern, vorhanden sind. Man hat bei dem Bau der Eisenbahn gänzlich dieselben Prinzipien angewendet, als bei der Strecke von Boston nach Providence. Das laufende Meter der Schienen wiegt 20 Kilogr. (42 Pf.) und die Kosten für das laufende Meter betragen 33 Fr.; bei Schienen, von denen das Meter nur 15,75 Kilogr. und bei fortlaufenden hölzernen Unterlagen, nur 25 Fr.

Die ganzen Ausgaben für diese Bahn sind zu 6,038,894 Francs veranschlagt worden, die folgendermaßen vertheilt sind:

Erdarbeiten für eine doppelte Bahn .	2,680,904 Fr.
Construktion einer einfachen Bahn,	
Ausweichstellen ꝛc.	2,544,000 „
Ankauf der Ländereien, Befriedigungen ꝛc.	265,000 „
Transportmittel ꝛc.	548,990 „
Summa	6,038,894 Fr.

Dieß macht auf die Lieue 312,000 Francs, oder 78 Fr. auf das laufende Meter mit Einschluß aller Kosten und für eine doppelte Bahn auf die Lieue 340,000 Fr. auf die Lieue und 85 Fr. auf das laufende Metre.

Ueberſichts-Tabelle der einfachen Eiſenbahn von Providence nach Stonngton.

Länge.	Ausgeglichene Abhänge.	Steigen. Maximum.	Steigen. Mittel.	Veranſchlagte Koſten.	Bewegende Kraft.	Krümmungs-Halbmeſſer.	Geſchwindigkeit in der Stunde.	Gewicht der Schiene.
76,884 Meter 10,2⅝ Meilen.	89,30 Meter 284 Fuß.	1/150	1/440	78 Fr.	Maſchine.	1800 Meil. 5835 Fuß.	33 Kilm. 4,4 Meil.	20 Kil. 42 Pf.

Dieſe Bahn iſt jetzt in der Ausführung begriffen; da aber ihre Verbindung mit der Eiſenbahn von Boſton einen ſichern Erfolg verſpricht, ſo ſtehen ihre Actien ſchon 109 Procent. Iſt die Bahn zwiſchen Boſton und Neu-York erſt vollendet, ſo wird die Entfernung betragen:

Auf dem Waſſerwege	225½ Kilogr.	24,3 Meilen.
Auf der Eiſenbahn .	144½ „	14 „
Die abſolute Entfernung	370 „	49 „

Eiſenbahn von Long-Island.

Die Schifffahrt auf dem Sunde erleidet durch Stürme und widrige Winde manchen Aufſchub und im Winter wird ſie durch Anhäufung von Eis an dem öſtlichen Theil der Enge zuweilen gänzlich unterbrochen. — Um ſolche für die Verbindung zweier ſo großer Städte, wie Boſton und Neu-York nachtheilige Unterbrechung zu vermindern, und um zu allen Zeiten eine direkte Verbindung unterhalten zu können, ſind zwei Vorſchläge gemacht worden. In Folge des erſten ſollte die Eiſenbahn auf dem Feſtlande fortgeſetzt werden und ſich ſo wenig wie möglich von dem Ufer des Sundes entfernen. Man ſchätzt die Länge dieſes Weges auf ungefähr 36 deutſche Meilen, die Koſten der Anlage auf 30 Millionen Francs. — Nach dem zweiten Vorſchlage ſollte die Bahn die ganze Länge von Long-Island verfolgen. Dieſe Inſel be-

gränzt den Sund von der Meeresseite und dehnt sich paralell mit dem Ufer von dem Staat Rhode-Island bis zur Rhede von Neu-York aus, deren hauptsächlicher Schutz sie von der Ostseite ist. Die Eisenbahn auf Long-Island würde mit der von Boston nach Stonington durch eine Dampfsähre in Verbindung gesetzt werden, die zwischen Stonington und Greenport ginge, welche Orte nur 5½ Meilen von einander entfernt sind.

Der Hafen von Greenport ist eine neuerlich entdeckte Rhede, ungefähr zwei Lieues westlich von der Mündung des Flußes Connecticut entfernt; sie besitzt eine große Wassertiefe und ist zu allen Zeiten und bei allen Winden zugänglich. Ohne Zweifel giebt sie einen von den besten Ankergründen auf diesem Theile von der Ostküste und würde sehr zweckmäßig das Entrepot dieser neuen Landverbindung mit dem Westen bilden.

Die ganze Länge der Bahn auf Long-Island beträgt ungefähr 33 Lieues (13,2 Meilen), und da das Terrain lediglich Alluvium und ohne Coupirungen ist, so würde ihre Ausführung keine künstliche kostbare Arbeiten, wie Mauerwerk, Erdarbeiten u. s. w. erfordern. Man nimmt daher an, daß eine solche Bahn für 120,000 Francs, die franz. Meile oder das laufende Metre für 40 Francs dargestellt werden kann.

Die ganze Bahn von Boston nach Neu-York würde auf dieser Linie daher 334,373 Metre oder 83½ Lieues (50 deutsche Meilen) betragen, von denen nur 9 Lieues auf der Dampffähre zu machen und die in 11½ Stunden zurückzulegen seyn würden. — Es hat sich zur Ausführung dieses Plans bereits eine Actien-Gesellschaft gebildet, die ein Kapital von 7 Millionen Franken gezeichnet hat.

Sie hat ihre Berechnungen der Einnahme auf folgende Beobachtungen der Handels-Bewegungen an den verschiedenen Hauptpunkten, die hauptsächlich bei einem solchen Unternehmen interessirt sind, begründet. Man hat sich überzeugt, daß die Einnahme von dem Transport der Reisenden

zwischen Providence, Newport und Neu-York, bei einem Personengelde von 30 Fr., jährlich die Summa von 2,375,000 Franken geben würde.

Man nimmt an, daß nur die Hälfte davon zu dem Betrieb der Unternehmung der Eisenbahn erforderlich seyn würde . . . . . 1,187,500 Fr.

Das Personengeld von Stonington, Norwich, Neu-London und Neu-York	1,300,000	„
Das Personengeld von Long-Island .	290,000	„
Die Transportkosten für Kaufmanns-Waaren betragen	735,000	„
und die Hälfte davon für die Eisenbahn	367,500	„
Transport von Collis ꝛc.	50,000	„
Ganze jährliche Einnahme nach dem jetzigen Zustande der Dinge . . .	3,195,000	Fr.

Ein Theil der Eisenbahn auf Long-Island, der zwischen Jamaika und Brooklyn ist bereits in der Ausführung begriffen. Diese Strecke ist 19,312 Metre oder ungefähr 5 Lieues (3 Meilen) lang und soll mit Dampfwagen befahren werden. Das Terrain ist sehr günstig, die höchste Steigung, die nur bei einer Dürre stattfindet, welche sich durch die ganze Insel erstreckt, beträgt $^1/_{264}$ oder $3^3/_4$ Millim. auf 1 Metre.

Die Bahn geht aus der Mitte von Jamaika, einem großen Dorfe mit sehr vielen Landhäusern, reicher New-Yorker ab, gelangt mit einem regelmäßigen Steigen auf den höchsten Punkt der Dürre und geht auf deren Westseite mit einem regelmäßigen Fallen von $^1/_{330}$ oder von 3 Millimeter auf ein Meter nach der Stadt Brocklyn. Man passirt keine Gewässer und auf großen Strecken ist das Niveau ganz natürlich, so daß nur sehr wenige Erdarbeiten erforderlich gewesen sind. Brookelyn, eine Stadt von 20,000 Einwohnern, ist ein bedeutender, Neu-York gegenüberliegender Handelsort, der mit dem letzteren durch eine regelmäßige Dampfschifffahrt verbunden ist.

An den Stellen, wo das Terrain etwas zu tief unter den Schienen lag, hat man eine Art von Gerüst in der Form von Brücken vorgerichtet, auf welchen jene befestigt worden sind.

Man hat bei dieser Bahn eine Construktions-Art befolgt, die etwas verschieden von der bis jetzt angewendeten ist, die billiger, und, wie man hofft, eben so dauerhaft ist. Statt der Quer- oder Längenschwelle wendet man nämlich aufrechtstehende Hölzer zu den Stützpunkten der Schienen an. Sie stehen von Mittelpunkt zu Mittelpunkt, im Meter auseinander, sind 30 Centim. (fast 1 Fuß) stark und 1 Meter ($3^1/_6$ F.) lang. Mit ihrem stärksten Ende ruhen sie, wie Zaunpfähle, auf dem Boden und das Erdreich um dieselben ist sehr fest gestampft. Auf der Oberfläche sind sie in dem für die Schienen angenommenen Niveau abgeschnitten. — Jede zweite Reihe dieser Pfeiler ist mittelst einer eisernen Querstange von geringer Stärke verbunden, die durch Krampen, jedoch so befestigt ist, daß sie über die Oberfläche der Pfeiler nicht hervorsteht. Diese wird mit einem fettigen, im heißen Zustande aufgetragenen Ueberzuge versehen, um sie gegen die Einwirkungen des Wetters zu sichern.

Die Stabschienen haben unten eine flache, breite Kante, und ruhen unmittelbar auf dem Kopfe dieser Pfeiler. Diese Construktionsweise hat nur 17 Fr. das laufende Meter für eine einfache Bahn gekostet, oder 68,000 Fr. die Lieue, oder mit den Erdarbeiten 120,000 Fr., oder 30 Fr. das laufende Meter.

Man ist der Meinung, daß eine ähnliche Construktion 15 Jahre dauern wird, ehe es nöthig ist, die Pfeiler auszuwechseln, welches übrigens immer mit nur einem Kostenaufwande von 24,000 Fr. die Lieue geschehen kann.

Man wendet zu den Pfeiler Akazien-, Lerchen-, ferner das Holz der weißen Eiche, der Fichte und des Kastanien-Baumes an.

Die ganzen Kosten des Unternehmens sind auf 800,000 Fr. veranschlagt, von denen 250,000 Fr. auf den Ankauf

der mit Barrieren versehenen Chaussee kommen, welche bereits zwischen den beiden Endpunkten der Bahn existirt.

Die Interessen eines solchen Kapitals zu 6% betragen	48,000 Fr.
Die Verwaltungskosten der Bahn sind veranschlagt zu	15,000 „
Die jährlichen Reparaturen . .	15,000 „
Summa der jährlichen Ausgaben	78,000 Fr.

Die Geschwindigkeit in der Stunde beträgt 18 Kilometer ($2^1/_3$ preuß. Meilen à 2000 Ruthen, 1 Kilometer = 1000 Met. = 265,5 preuß. Ruthen, 1 Ruthe = 12 Fuß = 3,766 Met.) — Die Actien der Gesellschaft stehen jetzt 115 Procent.

Verbindung zwischen New-York und Philadelphia.

Neu-York der größte Handelsplatz der Union und Philadelphia, nicht minder wichtige Handels- und Hauptstadt einer, in Hinsicht auf Ackerbau und Gewerbe, vorzüglichen Provinz des großen Vereins waren seit langer Zeit schon durch zwei Wege mit einander verbunden; durch eine Kunststraße zum Transport der Reisenden, ungefähr 40 Lieues (24 deutsche Meilen) lang, die in 10 Stunden zurückgelegt werden und durch einen Kanal zum Transport der Waaren, welche in 24 Stunden von einem Ort zum andern transportirt werden können.

Es existiren zwei Projecte, die den Zweck haben, Philadelphia bis auf 7 Stunden Entfernung mit Neu-York zu verbinden. Bei dem einen hat man die bereits auf einem Theil des Weges zwischen beiden Städten existirende Dampfschifffahrt, mit benutzt; nach dem andern verfolgt die Bahn gänzlich den Landweg. Das erste Project ist bereits ausgeführt, das andere ist in der Ausführung begriffen und schon größtentheils vollendet. Wir betrachten zuvörderst die erste von den beiden Bahnen.

Doppelte Eisenbahn von Amboy nach Camden.

Amboy in Neu-Jersey liegt an den Ufern der Bucht und der Rhede gleiches Namens, an der Mündung des Raritan. Sein Hafen ist ein vortrefflicher Ankerplatz für die nach Neu-York bestimmten Fahrzeuge, die während des Winters wegen des Eises, welches der Hudson-Fluß ins Meer führt, in diesem fremden Hafen zurückhalten werden.

Camden, ebenfalls in Neu-Jersey liegt am linken Ufer des Delaware, Philadelphia gerade gegenüber. Dampfsfähren bilden eine Art fliegender Brücken zur Verbindung der beiden Ufer, ohne jedoch die Fahrt mit Segelschiffen zu hindern, die bis nach Trenton geht, woselbst die Ebbe und Fluth aufhört.

Von Neu-York nach Amboy findet durch die Kills genannten Engen eine Schifffahrt mittelst Segel- und Dampfböten statt. Dieser natürliche, auf der einen Seite von der Raten-Insel, und auf der andern Seite von Neu-Jersey gebildete Kanal, kann, begünstigt von der Ebbe und Fluth, in $1^1/_2$, höchstens in 2 Stunden durchlaufen werden.

Die Eisenbahn beginnt bei einem Quai zu Camden, an welchem die Dampfböte landen, und gelangt mittelst einer Rampe von $^1/_{111}$ Steigen, das heißt, von 9 Millimeter auf 1 Meter (4 Linien auf 3 Fuß) auf eine Höhe. Von hier ab zieht sich die Bahn in südwestlicher, ziemlich gerader Richtung nach Bordentown an den Ufern des Delaware; sie geht durch Herbertsville, Spottswood und Ceatreville. Die hier verfolgten Krümmungen haben Halbmesser von mindestens 550 Met. Von Bordentown nimmt die Bahn eine mehr südliche Richtung und folgt alsdann dem Ufer des Delaware-Flusses bis Camden. Dieser Theil ist in gerader Richtung geführt und liegt fast horizontal, indem das Maximum des Steigens nur $^1/_{244}$, oder 4 Millimeter auf 1 Meter beträgt. Sie geht auf schon gebauten Viadukten über mehrere Flüsse. die ganze Länge beträgt 98,168 Met., oder $24^1/_2$ Lieues (14,7 Meil.)

Geneigte Ebenen (Bremsberge) sind nicht vorhanden, allein die Rampen sind etwas stark.

Die Schienen sind Stabschienen von gewalztem Stabeisen, 15½ Fuß lang, oben 2 Zoll, in der Mitte (Verstärkungsrippe) ½ Zoll und unten 3 1/12 Zoll stark und 3,5 Zoll hoch. Das Meter wiegt 19,42 Kilogr. (40,7 Pf.); sie sind aus England gekommen, und 100 Kilom. haben 20 Franken gekostet. (Siehe Fig. 23.)

Schienenstühle sind nicht angewendet, sondern die Schienen ruhen unmittelbar auf Tragsteinen, und haben zu dem Ende Lappen mit Löchern an den Enden. Die Tragsteine sind 1 11/12 Zoll im Quadrat stark und 9½ Zoll hoch, und liegen von Mittelpunkt zu Mittelpunkt 3 Fuß 10½ Zoll auseinander. Um die Schienen auf den Steinen zu befestigen, sind in diese Löcher gebohrt, in diese hölzerne Nägel gesteckt, in welche man alsdann die dnrch die Löcher in den Schienen gehenden Nägel treibt. Um den Stoß zu vermindern, liegen zwischen den Steinen und den Schienen kleine Brettstückchen. — Die Entfernung zwischen den innern Rändern der beiden Schienenreihen beträgt 4 Fuß 7 Zoll.

Die Bahn ist sehr gut ausgeführt und wird mit Dampfwagen von M. R. L. Stevens befahren, die bedeutende Vervollkommnungen erhalten haben, besonders um den Widerstand zu überwinden, den die Krümmungen leisten, oder um den Verlust an Kraft in diesen Krümmungen der Eisenbahn, zu ersetzen. Eine zweite Verbesserung gestattet, die Dämpfeproduktion des Kessels zu verdoppeln. Man hat mit Vortheil Anthracit als Brennmaterial angewendet.

Die Anlagekosten der Bahn sind folgende:

Construktion der doppelten Eisenbahn selbst	5,937,717	Fr.
Ankauf von Ländereien	613,698	„
Dampfböte	954,000	„
Transportmittel, Locomotiven, Wagen ꝛc.	220,411	„
Erbauung der Quaien	45,972	„
Summa	7,771,798	„

Ueberſichts-Tabelle der doppelten Eiſenbahn-Linie von Amboy nach Camden.

Länge.	Steigen. Maximum.	Steigen. Mittel.	Veranſchlagte Koſten; das Meter.	Wirkliche Koſten; d. Meter.	Bewegende Kraft.	Krümmungs-Halbmeſſer.	Geſchwindigkeit in der Stunde.	Gewicht der
98,168 M. 24½ Lieues 14,7 Meil.	1/117	1/244	80 Fr.	118 Fr.	Maſchine.	550 M. 1752 F.	33 K. M. 4,4 Meil.	19,42 Kil. 40,7 Pf.

Die Actien dieſer Bahn ſtehen jetzt 150%. Man legt den Weg zwiſchen Neu-York und Philadelphia, theils mittelſt der Eiſenbahn von Amboy nach Camden (24½ Lieues 14,7 Meilen) und theils auch dem Dampfboot (9 Lieues, 5,4 Meilen), in 5 Stunden zurück und bezahlt dafür mit Einſchluß der auf dem Dampfboote verabreichten Beköſtigung, für den erſten Platz 15 Fr. 90 Cent. (ungefähr 4 Rthlr.) und für den zweiten Platz 10 Fr. 60 Cent. (ungefähr 2 Rthlr. 18 Groſchen.)

Die zweite Verbindung zwiſchen Philadelphia und Neu-York findet, wie wir ſchon bemerkten, ganz zu Lande ſtatt, auf den Eiſenbahnen drei verſchiedener Geſellſchaften und auf der Kunſtſtraße einer vierten. Dieſe Eiſenbahn-Linie erfüllt nicht allein den Hauptzweck, die genannten beiden Städte mit einander, in 6 bis 7 Stunden zu verbinden, ſondern genügt auch den localen Erforderniſſen eine Reihe blühender Städte, durch welche ſie geht, wie Newark, Elizabethtown, Neu-Braunſchweig, Queenston, Kingston, Princeton, Trenton und Bristol.

Wir betrachten dieſe verſchiedenen Bahnen der Linie, eine jede beſonders.

Einfache Eisenbahn von Paterson.

Dieselbe hatte anfänglich den Zweck, Neu-York mit der Fabrikstadt Paterson in eine direktere Verbindung zu setzen. Sie hat im Allgemeinen eine Richtung von Osten nach Westen, und geht von der Stadt Jersey, am Ufer des Hudson, Neu-York gegenüber, aus, und durch einen 15 Met. (48 Fuß) tiefen Einschnitt in Felsen, durch die Hügel von Bergen und Berry. Sie ist im Ganzen 26 Kilometer (6903 preuß. Ruthen = 3½ Meile) lang, und weicht nur um 468 Met. von der geraden Linie ab. Das größte Steigen beträgt 6½, das mittlere 4 Millimeter auf 1 Meter. Die Breite beträgt 1,44 Met. (= 4 Fuß 7 Zoll). Alle Erdarbeiten sind auf eine zweite Bahn eingerichtet, die nächstens vorgerichtet werden wird. Der Transport wird mittelst Dampfwagen bewirkt.

Die Eisenbahn mußte auf einem bedeutenden Theil ihrer Länge durch eine sumpfige Gegend geführt werden und auf dieser hat man folgende Construktionsmethode angewendet. Man hat auf zwei einander paralellen und von Mittelpunkt zu Mittelpunkt 2 Fuß 10¾ Zoll auseinander liegenden Linien 2 F. 4½ Z. bis 2 F. 10¾ Z. tiefe und 17 Zoll weite Löcher ausgegraben und dieselben mit zerschlagenen Steinen, so wie sie zu den macadamisirten Kunststraßen angewendet werden, ausgefüllt, die alsdann so fest als möglich gestampft werden. Auf diesen künstlichen Grund hat man Querbalken von Cedern- und Akazienholz gelegt und rechtwinklich auf diese und in derselben Richtung mit der Eisenbahn 6 und 7½ Zoll starke Längenbalken von Fichtenholz, die in die Querbalken eingelassen sind. Auf diese Längenbalken sind die stabeisernen (Fig. 6 ähnlichen) Schienen, von denen das laufenden Meter 12 Pfund wiegt, und die ½ Zoll stark, und 2⅔ Zoll breit sind, aufgenagelt worden.

Ueber die, für die Segelböte fahrbaren, Flüsse Passaic und Hackensack, geht die Bahn mittelst Brücken. Um die Schiffe frei passiren zu lassen, erhält ein Theil dieser Brü-

cken zwei Bewegungen, eine niedergehende und eine horizontale, damit sich die Brückenbahn mit den Schienen trennt, und eine hinlängliche Oeffnung zum Durchgange der Segel entsteht.

Die Anlagekosten sind auf zwei Millionen Fr. veranschlagt, und da die jährlichen Interessen aus den Ueberschüssen zu 12% berechnet worden, so ist der Stand der Actien 115%.

Einfache Eisenbahn von Neu-Jersey.

Dieselbe hat von Jersey aus, ungefähr auf eine franz. Meile die vorhergehende Bahn zum Mitgebrauch. Ihre ganze Länge von Jersey nach Neu-Braunschweig beträgt 48 Kilomet. oder 12 Lieues (7,2 Meilen); sie ist fast in gerader Richtung fortgeführt, und hat nur zwei Krümmungen, deren geringster Halbmesser 300 Meter beträgt. Das Maximum des Steigens ist = 1/230 d. h. 5 Millim. auf 1 Meter.

Die wie die Schienen der vorhergehenden Bahn gestalteten Schienen sind auf Balken genagelt, welche auf einem künstlichen Grunde von kleinen Steinen liegen.

Die Anlagekosten sind auf 4 Millionen Franken, d. h. das laufende Meter auf 82 Fr., die jährliche Dividende ist zu 16% veranschlagt worden, so daß die Actien einen Stand von 123% haben.

Der Theil der großen Verbindungs-Linie zwischen Neu-Braunschweig und Trenton ist eine fast 10½ Lieues (6¼ Meilen) lange Kunststraße, welche in der Folge mit eisernen Gleisen belegt, oder mit Dampfkutschen befahren werden soll. Die vierspännigen Stangen-Wagen machen den Weg jetzt in wenigstens 3 Stunden.

Einfache Eisenbahn von Trenton nach Philadelphia.

Dieselbe folgt dem rechten Ufer des Delaware und läuft auf einer langen Strecke mit dem Kanal paralell,

der Philadelphia mit Steinkohlen versorgt, weßhalb die Bahn einer Concurrenz mit schiffbaren Flüssen und Kanälen unterworfen ist. — Die Bahn geht durch Bristol und endigt im Innern von Philadelphia; ihre ganze Länge beträgt 45,060 Meter, oder 11¼ Lieues (6¾ Meilen.) In der Folge werden doppelte Schienenreihen vorgerichtet werden; um die Bahn schnell vollenden zu können, hat man sich zuvörderst nur auf eine einfache beschränkt. Die Schienen sind übrigens denen auf der Bahn von Paterson gleich, und die Bahn wird sowohl von Pferden als von Locomotiven befahren.

Die Anlagekosten betragen 2,385,000 Fr., die jährliche Dividende beträgt 10%. Die Bahn ist gänzlich vollendet. Die Actien stehen auf 107%.

Verbindung zwischen Philadelphia und Baltimore.

Diese beiden großen Plätze sind durch zwei Wege verbunden, von denen der eine theils mittelst eines Dampfbootes und theils auf einer Eisenbahn, der andere auf einer Kunststraße und nächstens auf einer Eisenbahn gemacht werden wird, Beide Städte liegen 48 Lieues (29 Meilen) auseinander, welche auf dem Dampfboot und auf der Eisenbahn in 10½ Stunden, auf der Chaussee in 18 bis 20 Stunden zurückgelegt, wozu aber in der Folge, wenn die Eisenbahn-Linie gänzlich vollendet seyn wird, nur 7 Stunden erforderlich seyn werden.

Doppelte Eisenbahn von Newkastle nach Trenchtown.

Diese Eisenbahn durchschneidet die Halbinsel des Delaware-Staates zwischen den genannten beiden Staaten, in der Nähe des großen Delaware-Kanals.

Die Eisenbahn-Linie hat eine Länge von 26,073 Met. oder 6½ Lieues (fast 4 Meilen); sie weicht nur um 768 Met.

von einer geraden Linie ab. Sie hat sechs verschiedene Krümmungen, deren Halbmesser mindestens 3000 M. beträgt. Die Vertheilung der Rampen ist so gemacht, daß deren Steigen zwischen $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{350}$, oder 5 bis 3 Millimeter auf 1 Meter beträgt und nur an einer Stelle ist eine Rampe von $\frac{1}{176}$ oder von 5 Millimetern auf 1 Meter erforderlich gewesen. — Mit den Abzugsgräben ist die Bahn 11 Meter (35 Fuß), die eigentliche Bahn nur 25¼ Fuß breit.

Ein großer Theil der Bahn hat hölzerne Unterlagen. Zu dem Ende hat man längs der Bahn Gräben aufgeworfen, dieselben mit kleinen Steinen ausgefüllt, die festgestampft worden sind. Auf diesem künstlichen Boden liegen 9½ Zoll breite und 4 Zoll starke Bohlen von dem Holz der Hemlocks- oder Schirlingstanne; auf diesen 7 Fuß 3 Zoll langen und 7½ Zoll starken Querbalken von dem Holze der weißen Eiche, von Mittelpunkt zu Mittelpunkt 2 Fuß 10 Zoll auseinander liegend und auf den Bohlen mittelst Nägeln befestigt. Auf diesen Querbalken ruhen wieder paralell mit der Bahn liegende Balken von dem Holz der Georgiatanne, welche in jene eingelassen und auf denen die Schienen liegen.

Diese Schienen, ähnlich Fig. 6., sind fast 15 Fuß lang, 2⅙ Zoll breit, 7 Linien stark und wiegen 6,87 Kilom. (14,4 Pfund) das laufende Meter. Sie sind mittelst 12 Nägeln auf den Balken befestigt und die Löcher für diese Nägel in den Schienen sind länglich viereckig. Unter den Enden der Schienen liegen kleine Eisenplatten, welche verhindern, daß die Schienen in das Holz eingedrückt werden. Alles Eisen zu der Bahn ist aus England eingeführt.

Auf eine Länge von ungefähr 14½ Kilom. (3842 Ruthen = 1,9 Meilen) hat man Unterlagen von Granit angewendet, die 19 Zoll hoch und 11½ im Quadrat stark sind. Sie liegen ebenfalls 2 Fuß 10 Zoll auseinander, und sind in Löchern sehr fest mit Sand und Grus festgestampft. Auf den Tragsteinen liegen in gußeisernen Stühlen, ähnlig Fig. 6 c,

die Balken. — In der Nähe von Newcastle geht die Bahn auf einem Damme durch einen Moraſt.

Dieſe Bahn iſt eine von den erſten in den vereinigten Staaten, indem ſie ſchon 1832 befahren werden konnte, welches mit Locomotiven geſchieht. Die Anlagekoſten auf das laufende Meter haben 106 Fr. betragen. Der Stand der Actien iſt 148%.

Doppelte Eiſenbahn von Philadelphia nach Baltimore.

Sie geht von dem Innern der erſten Stadt aus, und fällt auf eine Länge von 73,209 Metern, oder 18¼ Lieues (10⅘ Meilen) mit der weiter unten zu beſchreibenden Columbia-Eiſenbahn zuſammen. Das Terrain iſt hier ſehr günſtig, hat keine einzige Brücke nöthig gemacht; das ſtärkſte Steigen an einem Punkte beträgt $\frac{1}{120}$ oder von 8 Millim. auf 1 Meter, und übrigens beträgt das Maximum $\frac{1}{176}$ oder 5½ Millim. auf 1 Meter. Der geringſte Krümmungs-Halbmeſſer beträgt 300 Meter.

Die Anlagekoſten einer doppelten Bahn auf hölzernen Unterlagen und mit flachen Schienen, iſt für 1 Lieues zu 160,000 Fr. veranſchlagt worden. Dieſer Theil der Bahn iſt in der Ausführung begriffen.

Von Susquehanna nach Baltimore beträgt die Länge der Bahn 66,071 Meter oder 16½ Lieues (faſt 10 Meilen.) Die ganze Länge der Bahn von Philadelphia nach Baltimore beträgt daher 189,561 Meter = 47⅜ Lieues = 20½ Meilen, welche in 7 Stunden zurückgelegt werden können. Das Terrain iſt ſehr günſtig, und das Maximum der Steigungen beträgt $\frac{1}{264}$ oder 3¾ Millimeter auf das Meter. Die einzige Schwierigkeit, welche zu überwinden iſt, bietet das ziemlich enge Susquehanna-Thal dar, deſſen fal-

lende und steigende Rampen von fern ausgeglichen werden müssen, wodurch die Kosten sehr erhöhet werden.

Die Bahn ist nur mit zwei Schienenreihen und nach der wohlfeilsten Construktions-Methode begonnen, um bei der Anlage des zweiten Stranges von den Verbesserungen provitiren zu können, die eine längere Erfahrung nothwendig herbeiführen muß. — Bei einer einfachen Bahn wird die franz. Meile ungefähr 132,000 Fr. kosten.

Nach Vollendung der Bahn wird man in 13 bis 14 Stunden von Neu-York nach Baltimore, welche Städte wenigsten 82 französische oder fast 50 deutsche Meilen, von einander entfernt liegen, gelangen können.

Doppelte Eisenbahn von Baltimore nach Washington.

Die ersten, bei dieser Eisenbahn zu erfüllenden Bedingungen bestanden in einem möglichst raschen Transport der Reisenden.

Die Erfahrung hat durch eine Reihe gut constatirter Resultate gezeigt, daß der Widerstand des Zugs auf einer horizontalen Bahn und bei einem Raddurchmesser von 91 Centimeter. (2 Fuß 10¾ Zoll rheinl.) gleich $\frac{1}{264}$ von dem Gewichte der Maschine, und daß daher der Widerstand gleich der Schwerkraft auf einem Abhange von $\frac{1}{264}$ oder von 3¾ Millimetern auf 1 Meter sey. Hieraus hat man gefolgert, daß die Abhänge auf der projektirten Bahn diese Grenze nicht übersteigen dürfen.

Eben so ist sowohl durch die Theorie als durch die Praxis erkannt werden, daß jede bewegende Kraft, die auf eine stetige Weise, mit einer gewissen gegebenen Kraft wirken kann, diese Wirkung in einer begränzten Zeit zu verdoppeln im Stande ist, indem sie die bewegende Kraft auf das Maximum erhöhete. Man hat daraus gefolgert, daß die Ram-

pen keiner Eisenbahn je einen Grad übersteigen müsse, welcher eine doppelte Kraft von derjenigen erforderlich mache, die auf einem horizontalen Theil der Bahn angewendet werden muß.

Es folgt daher, daß die Kraft, welche dazu erforderlich ist, um ein gegebenes Gewicht auf einem Abhange von $\frac{1}{264}$ zu bewegen, die doppelte von der seyn muß, die auf einem horizontalen Theil der Bahn nöthig ist und diese müßte auch außerdem die Wirkung der Schwere des bewegenden Agen selbst noch überwinden können. Wenn daher die Wirkung der Reibung mit $\frac{1}{264}$ ausgedrückt wird, und die Summe aller verschiedenen Abhänge einer Bahn eine größere Neigung als $\frac{1}{264}$ als Resultat giebt, so wird Zeitverlust oder übermäßige Kraft auf den horizontalen Theilen statt finden. Jedenfalls wird ein Verlust in den erlangten Resultaten, im Verhältniß zu den Transportkosten, statt finden.

Da aber bei dem Personen-Transport noch ein anderer Gegenstand, die Sicherheit, in Betracht gezogen werden muß, so wird es alsdann unnütz, daß die Geschwindigkeit auf den geneigten Ebenen größer, als auf den horizontalen Theilen sey, und daß die Wirkung der Schwere vermehrt werden müsse. Man hat daraus gefolgert, daß es nachtheilig sey, die Steigungen größer, als $\frac{1}{264}$, oder $3\frac{3}{4}$ Millimeter auf 1 Meter zu machen.

Bei der Baltimore-Washington-Bahn ist daher die Vertheilung der Abhänge nach diesem Prinzip gemacht worden. Es kann daraus die Folgerung gemacht werden, daß die Dampfwagen eine solche Linie mit einer Geschwindigkeit von 32 Kilometern, oder 8 Lieues ($4\frac{4}{5}$ Meilen) durchlaufen werden, oder den 15 Lieus langen Weg zwischen Baltimore und Washigton, in zwei Stunden. Eine solche Geschwindigkeit erfordert daher eine Locomotiv-Maschine von 6000

Kilogr. (12,600 Pf.) Gewicht, mit Rädern von 1,22 bis 1,52 Met. (3 Fuß, 10 Zoll, 8 Linien rheinl. bis 4 Fuß, 10 Zoll, 1 Linie Durchmesser.) — Das Minimum der Krümmungs-Halbmesser beträgt 400 Meter.

Bei der Construktion der Bahn wurde man, localer Ursachen wegen, veranlaßt, hölzerne Unterlagen zu nehmen. Zu dem Ende hat man in der Richtung der Bahn-Linie paralelle Gräben aufgeworfen, in welche sehr fest, kleine Steine gestampft sind. Auf diesen künstlichen Boden hat man 6 bis 7 Zoll starke Balken gelegt und auf diese von 3 zu 3 Fuß Querbalken von 4½ Zoll Stärke, auf denen wiederum die 6 Zoll starken fichtenen Balken liegen, welche den Schienen zur unmittelbaren Unterlage dienen. Diese sind Stabschienen mit einer 3⅓ Zoll breiten Basis und fast 2 Zoll hoch, so daß noch hinlänglicher Spielraum zwischen dem Rande der Räder und der Basis der Schienen ist. Gewöhnlich sind dieselben 4,57 Meter (14½ Fuß) lang und das laufende Meter wiegt 15,75 Kilom. (33 Pfund.)

Das laufende Meter der doppelten Bahn selbst, hat 48 Franken 83 Cent. gekostet.

Die ganzen Anlagekosten für die 48 Kilometer haben fast 8 Millionen Fr. betragen.

Die Kosten für die Erdarbeiten sind auf 81½ Fr. das laufende Meter veranschlagt worden, oder das Kubikmeter im Durchschnitt 2 Fr. 77 Cent.

Die Kosten der Maurerarbeiten sind auf 35 Fr. 18 C. das laufende, oder auf 43 Fr. 56 C. das Kubikmeter, veranschlagt worden.

Transportkosten für die Kaufmanns-Waaren.[1])

Die Transportkosten sind nach den Kosten der Materialien und nach den folgenden Berechnungen bestimmt worden.

---

[1]) Wir theilen diesen Abschnitt von dem Pouſſin'schen Werke wörtlich mit, weil er besonders wichtig und musterhaft ausgeführt

Eine Locomotiv-Maschine mit einem Gewicht von	6500 Kil.	21,000 Fr.
Ihr Munitionswagen (Tender) nebst Wasser und Steinkohlen	5000 „	1908 „
Ein Personenwagen für 16 bis 20 Personen . . .	1170 „	3710 „
Frachtwagen zum Transport von Waaren, für 3 Tonnen Fracht	1250 „	795 „

Ein Dampfwagen von dem obigen Gewicht, kann 12 Transportwagen mit einer Beladung von 36,000 Kilogr. und mit einer Geschwindigkeit von 3 bis 4 Lieues in der Stunde bewegen. Die Kraft der Adhäsion der beiden bewegenden Räder ist zu 4000 Kilogr., das Verhältniß der Adhäsion zu $^1/_8$ und der Widerstand, den die Krümmungen und die Schwere veranlassen zu 9 Kilogr., für jede 1000 Kilogr., der ganzen Last, angenommen worden.

Da es jedoch wegen der gewöhnlichen Schwankungen der Handelsbewegungen zweckmäßiger ist, anzunehmen, daß ein Drittel der Wagen leer fährt, so kann man 10 Wagen mit einer Ladung von 30,000 Kilogr. als die Gränze der Leistung eines solchen Dampfwagens annehmen.

Außerdem hat man auch angenommen, daß bei 10 im Gange befindlichen Wagen 40 zum Auswechseln, zur Reparatur ꝛc. vorhanden sein müssen. — Eben so muß man stets zwei Dampf- und Munitionswagen haben, um im Fall eines Schadens, den der eine erleidet, sogleich den anderu nehmen zu können.

Nach diesen Bestimmungen sind die Transportkosten bei Anwendung von Dampfwägen, berechnet worden. Es kommen noch dazu die Interessen von dem Kapital, welches zur

---

worden ist, so daß er als Beispiel für ähnliche Berechnungen dienen kann. Daß das französische Maß, Gewicht und die franz. Münze nicht auf deutsche reducirt sind, wird man um so weniger auffallend finden, da man in Verlegenheit ist, auf welche von den vielen Systemen in Deutschland man sie reduciren soll.

Anschaffung der Reserve-Maschinen erforderlich gewesen ist, ferner die Besoldung des Inspektors der den Transport besorgt und seiner Agenten, so wie die Ausgaben bei den Depots und Stationen zur Verproviantirung mit Wasser und Brennmaterial. Diese letztere Ausgaben sind unter dem Titel „Generalkosten" begriffen.

Wir nehmen jetzt die numerischen Elemente dieser Transportkosten wieder auf.

Zuförderst für die Anwendung eines Dampfwagens mit seinem Munitionswagen.

Die Unterhaltungskosten eines Munitionswagens mit seinen Gefäßen ist zu 967 Fr. 52 Cent. jährlich, oder zu 3 Fr. 10½ Cent. täglich, oder zu 0,02426 Fr. auf das Kilometer der Ladung.

Die Unterhaltung eines während 312 Tagen des Jahres fortwährend im Gebrauch befindlichen Dampfwagens, der einen Weg von 128 Kil. zu machen hat, ist zu 8673,37 Fr. jährlich, oder zu 27 Fr. 80 Cent. täglich angenommen worden, daher die Erhaltung beider Wagen zu 9640 Fr. 87 C. jährlich, oder zu 30 Fr. 90 Cent. täglich und zu 0,2336 Fr. auf das Kilometer des Weges beträgt.

Man hat daher:

Unterhaltungskosten täglich . . .	30	90	Fr.
Sold dem Maschinenmeister und seinen Gehülfen, täglich	15	90	„
Preis von 13 Hektolitern Anthracit, als täglicher Verbrauch	55	65	„
Interessen des Kapitals für die Reserve-Maschine, täglich . . .	8	85	„
Ganze Ausgabe	111	30	„

Man folgert daraus, daß die Ausgaben für eine zum Transport von Kaufmanns-Gütern, stets im Gebrauch befindliche Locomotiv-Maschine, die mit einer Geschwindigkeit von 3 bis 4 Lieues in der Stunde, während 10 Stunden

täglich geht 111 Fr. 30 Cent. täglich, oder 0,87 Fr. auf das Kilometer der Fracht betragen. Da nun diese Locomotive 30,000 Kilogr. zieht, so betragen ihre Kosten auf die Tonne 0,929 Fr. (1)

Zweitens für den Gebrauch der Fracht-Wägen.

Die Unterhaltungskosten eines zum Transport von Kaufmanns-Gütern angewendeten Frachtwagen sind zu 608 Fr. 43 Cent. jährlich, oder zu 1,98 Fr. täglich, oder zu 0,0155 Fr. auf das Kilometer Fracht, angenommen. Hierin sind die Interessen für das Anschaffungs-Kapital des Wagens und die Abnützung der leeren Wagen, und die Schmiere begriffen. Fügt man nun hinzu 182 Fr. 16 C. Interessen von dem Kapital, für welches 4 Reserve-Wagen angeschafft werden, damit stets ein Wagen im Gange seyn kann, so betragen die Unterhaltungskosten der während 312 Tagen im Jahre, im Gange befindlichen Wagen, 800 Fr. 59 Cent., oder 2 Fr. 57 Cent. täglich, oder 0,0199 Fr. auf das Kilometer und den Wagen oder 0,007 Fr. auf die Tonne und das Kilometer (2).

Drittens auf Generalkosten.

Diese bestehen, wie schon bemerkt wurde, aus dem Solde des Versendungs-Inspektors und dem seiner Agenten, aus den Kosten, welche die Verproviantirungs-Depots für Wasser und Brennmaterial, verursachen. Sie müssen daher zur Hälfte auf den Transport der Reisenden, und zur andern Hälfte auf den der Waaren vertheilt werden. Beträgt daher die Summe dieser Ausgaben 53,000 Fr., so kommt die Hälfte davon mit 26,500 Fr. auf diesem letztern Artikel, im Fall man nur einen Dampfwagen anwendet. Da aber in dem fraglichen Falle zwei Maschinen benutzt werden, so werden die Generalkosten für jede derselben jährlich 13,250 Fr., oder 42 Fr. 26 Cent. täglich, oder 0,33 Fr. auf das Kilometer, oder 0,011 Fr. auf die Tonne und das Kilometer betragen (3).

Diese Zahl wird sich mit der Anzahl der angewendeten Lokomotiven vermindern.

Wir folgern daher, daß die Transportkosten für 1000 Kilogr. oder für 1 Tonne Waaren, 1 Kilometer ($265^1/_2$ preuß. Ruthen oder etwas über $^1/_4$ pr. Meile) weit transportirt, verursachen:

An Kosten für den Dampfwagen (1) . .	0,029
An Kosten für die Frachtwägen (2) . .	0,029
Generalkosten (3)	0,011
Summa	0,047

Folglich können die Transportkosten bei einer guten Administration 5 Centimen nicht übersteigen und werden wahrscheinlich, in Folge noch zu machender Verbesserungen auf $3^1/_3$ Cent. reducirt werden können.

Transportkosten eines Wagenzuges.

Diese Kosten bestehen aus den täglichen Ausgaben für eine Locomotive (1) . . . . . 111 Fr. 30 Cent.

Aus den Ausgaben für 10 Wagen, jeden zu 2 Fr. 57 Cent. (2) . .	25	„ 70	„
Aus den Generalkosten (3) . . .	42	„ 46	„
Summa	179	Fr. 46	Cent.

Oder wenn der Wagenzug täglich 128 Kilometer, bei einer Befrachtung von 30,000 Kilogr. macht, so ist es dasselbe, als wenn 3840 Tonnen auf einer Strecke von einem Kilometer für 17,946 Centimen gezogen werden sollten; welches auf die Tonne und das Kilometer 4 Centimen macht, dasselbe Resultat, welches wir oben erlangten.

Transportkosten für Personen.

Wir gehen jetzt in dieselben Details von Betrachtungen und Berechnungen ein, um die Transportkosten für Reisende zu bestimmen.

Man nimmt an, daß das gewöhnliche Gewicht eines Wagens, in welchem 16 bis 20 Reisende Platz gefunden

haben, 2500 Kilogr. wiegt, so daß ein Dampfwagen von der oben angegebenen Kraft auf der Eisenbahn von Washington einen mit 300 Personen beladenen Wagenzug transportiren könnte, wenigstens im Sommer. Da es aber nicht wahrscheinlich ist, daß immer eine solche Anzahl von Reisenden täglich, das ganze Jahr hindurch, zu transportiren seyn möchten, so hat man es für zweckmäßig erachtet, die Berechnung auf nur 100 Personen täglich zu gründen. Diese Anzahl erfordert acht Wagen, nämlich sechs Personen- und zwei Päckereiwagen.

Ausgaben für den Dampf- und den Munitionswagen.

Man hat angenommen, daß die Unterhaltungskosten für einen Dampf- und seinen Munitionswagen, der täglich 128 Kilometer mit einer Geschwindigkeit von 32 Kilom., oder von 8 Lieues in der Stunde durchläuft, täglich 47 Fr. 71 Cent., bei 365 Arbeitstagen in dem Jahr betrage, eine Ausgabe, die auf das Kilometer 0,3251 Fr. betragen (4).

Ausgaben für die Personenwagen.

Die Unterhaltungskosten dieser Wagen lassen sich zu 5 Fr. 30 Cent. täglich annehmen, das Jahr zu 365 Tagen gerechnet. Dieß beträgt bei einem täglich zu machenden Weg von 128 Kilometer, auf 1 Kilom. 0,04121 Fr. (5).

Generalkosten.

Wir haben schon weiter oben bemerkt, daß die Hälfte der als Generalkosten angenommenen 53,000 Fr. auf die Ausgaben für den Transport der Reisenden kommen, welches täglich auf die im Gebrauch stehende Maschine 36 Fr. 46 C. beträgt, das Jahr zu 365 Tagen angenommen. Um aber die unvorherzusehenden Ausgaben zu decken, ist es zweckmäßig, dieselben Ausgaben auch dann zu lassen, wenn auch eine größere Anzahl von Maschinen angewendet wird (6).

Tägliche Ausgaben für eine Locomotive und die zum Transport von 100 Reisenden auf eine Bahnlinie von 128 Kilometern.

Sold einem Maschinenmeister .	10	Fr. 60	Cent.
Desgleichen seinem Gehülfen . .	7	„ 95	„
15 Hektoliter Anthracit . . .	55	„ 65	„
Unterhaltung eines Dampfwagens und seines Munitionswagens (4)	41	„ 70	„
Tägliche Interessen von dem Ankaufs-Kapital für zwei Reserve-Dampfwagen und ihren Munitionswagen	8	„ 85	„
Summa für einen Dampf- und Munitionswagen	124	Fr. 75	Cent.
Unterhaltungskosten von 8 Personen-Wagen, jeder zu 5 Fr. 30 Cent. täglich (5) . . .	42	Fr. 40	Cent.
Sold einem Conducteur des Wagenzuges	10	„ 60	„
Generalkosten (6)	36	„ 46	„
Summa täglich	214	Fr. 21	Cent.

Diese auf 100 Personen, bei einer täglichen Leistung von 128 Kilometern, geben auf einen Reisenden und auf das Kilometer 0,017 Fr.

Um jedoch bei dieser Berechnung nichts Unsicheres zu Grunde zu legen, hat man die Anzahl der täglich reisenden Personen nur zu 67 angenommen, wozu nur 6 Wagen erforderlich sind, von denen der eine nicht einmal seine ganze Ladung erhält und daher die Päckereien aufnehmen kann.

Unter dieser Voraussetzung wird die obige Berechnung folgende:

Sold einem Maschinenmeister . .	10	Fr. 60	Cent.
Desgleichen seinem Gehülfen . .	7	„ 95	„
12 Hektoliter Anthracit à 3 Fr. 70 C.	44	„ 40	„
Unterhalt eines Dampf- und eines Munitionswagens . .	41	„ 70	„
Tägliche Interessen von 2 Reserve-Maschinen nebst Munitionswagen	8	„ 85	„
Summa für einen Dampf- und Munitionswagen	113	Fr. 50	Cent.
6 Wagen à 5 Fr. 30 Cent. tägliche Unterhaltungskosten . . .	31	„ 80	„
Sold einem Conducteur des Wagenzuges	10	„ 60	„
Generalkosten	37	„ 46	„
Summa täglich	193	Fr. 36	Cent.

Diese auf 67 Personen, bei einer täglichen Leistung des Dampfwagens von 128 Kilogr. vertheilt, geben ein Personengeld von 0,022 auf ein Kilometer.

Uebersichts-Tabelle der doppelten Eisenbahn von Baltimore nach Washington:

Länge.	Ausgeglichene Abhänge.	Steigungen. Maximum.	Steigungen. Mittel.	Veranschlagte Kosten auf ein Meter.	Wirkliche Kosten auf d. Met.	Bewegende Kraft.	Krümmungs-Halbmesser.	Geschwindigk. in der Stunde.	Gewicht der Schienen.
60,751 Met. 15 Lieues 9 Meilen.	123 Met. 390 Fuß	1/64	1/287	165,51 Fr.	184 Fr.	Maschine.	382 M. 1217 Fuß.	25 Kil 3,3 Meil.	15, 75 Kil. 33 Pf.

Der Weg von Baltimore nach Washington wird in Folge einer Geschwindigkeit von 25 Kilomet. in der Stunde auf der geraden und von 21 Kilomet. auf den gekrümmten Theilen, in $2^1/_2$ Stunden zurückgelegt werden können.

Und so wird man denn nächstens, zu allen Jahreszeiten in 24 bis 26 Stunden, den fast 189 Lieues (113 Meilen)

langen Weg von Boston nach Washington zurück zu legen im Stande seyn, und es werden davon 56 auf dem Dampfboot in 133 Lieues auf der Eisenbahn gemacht. Ein ähnliches Resultat zeigt hinlänglich, welchen Werth man der Zeit ertheilt und welche Anstrengungen von dieser thätigen Bevölkerung gemacht worden sind, um die entferntesten Theile des weiten Gebietes der Republik in ein einziges System einer sehr schnellen Verbindung zu bringen.

Wir wollen jetzt zeigen, wie diese große Atlantische Linie durch die südlichen Staaten fortgesetzt werden wird. Sie geht durch Frederichsburg und Richmond in Virginien, durch Raleigh in Nord-Carolina, durch die Stadt Columbia nach Süd-Carolina bis nach Charleston. Von hier aus soll ein System von secundären Bahnen nach dem Mexikanischen Meerbusen und nach dem Mississippi-Thal gehen.

Verbindung zwischen Washington und Richmond.

Von Washington nach Frederichsburg in Virginien, verfolgt man zuvörderst auf einer Strecke von 72½ Kilometer (9,6 Meilen) den Weg mit dem Dampfboote auf dem Potamak bis Potamak-Creek, von wo ab man bis nach Frederichsburg eine 11 Kilom. (1,4 Meilen) lange Eisenbahn projektirt hat.

Eisenbahn von Frederichsburg nach Richmond.

Diese wird eine Länge von 97,406 Meter (13 Meilen) erhalten, und sich in einer südlichen Richtung fortziehen und muß eine Menge kleiner Flüsse durchschneiden. Obgleich daher das Terrain sehr coupirt ist, so beträgt das stärkste Steigen doch nur $\frac{1}{151}$, d. h. ungefähr 6½ Millim. auf 1 Meter.

Zu den Unterlagen nimmt man das Holz der weißen Fiche und dieselben bestehen aus Querbalken von 11½ Zoll

Stärke, die unmittelbar auf dem Boden liegen und mit welchen die 8¾ Zoll starken Längenbalken verbunden sind, auf denen man die Schienen, die aus 6 Zoll breiten und fast 2 Zoll starken Eisenstäben bestehen, befestigt. 1 Meter von diesen Stäben wiegt 4 Kilogr. (8,4 Pf.) — Die Anlagekosten sind auf 4½ Millionen Fr. veranschlagt, d. h. die Lieue der einfachen Bahn wird 124,000 Fr. und das Meter 31 Fr. kosten. Die ganze Strecke wird in 5 Stunden zurück gelegt werden können. — Die Bahn ist in der Ausführung begriffen.

Eisenbahn von Richmond nach Petersburg.

Diese Strecke der weitern Fortsetzung der Atlantischen Linie ist 8 Lieues lang und wird nach Vollendung der jetzt ebenfalls in der Ausführung begriffenen Eisenbahn in einer Stunde zurückgelegt werden können.

Die fernere Fortsetzung der Atlantischen Linie bildet die Eisenbahn von Petersburg nach Roanoke. Die ganze Länge derselben beträgt 94,949 Meter und weicht nur um 800 Meter von der geraden Linie ab. Die größte Steigung beträgt nur $\frac{1}{173}$ oder 5½ Millimeter auf 1 Meter. Der Krümmungshalbmesser ist auf 1500 Meter festgestellt worden.

Ueber die Flüsse ist man mittelst hölzerner Brücken gegangen und zur Unterlage der Schienen dienen Balken von Fichtenholz, die auf Querbalken von dem Holz der weißen Eiche liegen. Die Schienen sind Eisenstäbe, deren Dimensionen wir bei der Bahn von Washington nach Richmond angegeben haben. Die Anlage von 1 Lieue einer solchen einfachen Bahn hat 89,280 Fr. oder das Meter 22 Fr. 32 Cent. gekostet.

Man wendet Dampfwagen an, die 5 bis 6 Lieues in der Stunde auf den horizontalen Theilen der Bahn zurücklegen. Diese aus der Maschinenfabrik des Herrn Bury in England gezogenen Maschinen, haben 15 bis 18 Pferdekräfte.

Die erste derselben hat ein Gewicht von 4000 Kilogr. und zieht 18 bis 20 Tonnen Belastung. Die zweite Maschine hat ein Gewicht von ungefähr 5 Tonnen, einen Cylinder von 8 Zoll 5 Linien und einen Hub von 1 Fuß 3 Zoll $2^1/_2$ Linie und bewegt vier Räder, unter einem Druck von $3^1/_4$ Atmosphären, obwohl das Sicherheitsventil, ohne sich zu heben, einen Druck von 4 Atmosphären ertragen kann. Dieser Dampfwagen zieht mit einer Geschwindigkeit von 6 Lieues in der Stunde eine Last von $67^1/_2$ Tonnen, wovon 35 Tonnen Fracht. Auf den stärksten Abhängen hat er sich mit einer Geschwindigkeit von 4 Lieues in der Stunde bewegt, welches Resultat sehr merkwürdig ist.

Eisenbahn von Portsmouth nach dem Roanoke.

Dieß ist eine Seitenbahn und verbindet den wichtigen Hafenplatz Norfolk, von wo ab Dampfboot-Verbindungen mit Neu-York, Charleston, Philadelphia, Baltimore, Washington und Richmond statt finden mit der großen Atlantischen Linie, deren Ende sie für jetzt zugleich bildet, da die weitere Erstreckung der Bahn nach Charleston erst in der Folge ausgeführt werden wird.

Die ganze Länge der Bahn beträgt 96,540 Met. oder 24 Lieues $14^2/_5$ Meil., die stärkste Steigung $\frac{1}{264}$; die Anlagekosten für das laufende Meter sind zu 27 Fr. veranschlagt; die bewegende Kraft bilden Dampfwagen, die in der Stunde 24 Kilometer zurücklegen. Die Construktion der Bahn ist der so eben beschriebenen im Allgemeinen gleich.

Uebersichts-Tabelle der Atlantischen Linie.

Bezeichnung der Orte.	Entfernungen in Kilometern.			Erforderliche Zeit.	Reisekosten für die Person.
	Zu Wasser.	Auf der Eisenbahn.	Absolute Entfernung.		
Von Boston nach Neu-York . .	225½	144½	370	12 Stunden	42 Fr. 40 C.
„ „ „ Philadelphia . .	„	279½	505	17 „	53 „
„ „ „ Baltimore . . .	„	469¼	694½	24 „	68 „ 90 „
„ „ „ Washington . .	„	530	755½	26 „	82 „
„ „ „ Richmond . . .	298	648½	946½	31 „	„
„ „ zum Roanoke . . .	„	798	1096	36,30	„

Synoptische Tabelle der Eisenbahnen, welche die Atlantische Linie bilden.

Ausgeführte Arbeiten.

Längen.		Anlagekosten a. d. Met.		Gewicht eines Meter von den Schienen.
Doppelte Bahn.	Einfache Bahn.	Mit Trag-steinen.	Mit hölzern. Unterlagen.	
Meter.	Meter.	Fr.	Fr.	Kilogr.
98,168	„	118	„	19,42
„	45,060	„	57	5,80
26,073	„	„	106	6,87
60,751	„	„	184	15,75
„	96,540	„	26,67	5,25
„	94,949	„	30	5,25
184,992 M.	236,549 M.	Durchschnittliche Anlagekosten einer doppelten 145 Fr.		
421,541 M.		Durchschnittliche Anlagekosten einer einfachen Bahn 38 Fr.		

In der Ausführung begriffene Arbeiten.

	Meter.		Fr.	Kilogr.
—	67,591	—	50	20
—	76,884	—	78	20
—	19,312	—	30	5
—	48,279	—	82	5,80
—	118,327	—	31	4
—	330,393	Durchschnittliche Anlagekosten 54 Fr.		

Atlantische Linien gegen Westen.

Staat von Massachusetts.

Eisenbahn von Boston nach Worchester.

Diese Bahn ist das erste Glied von einer großen Kette, welche sich bis nach Albany ausdehnen soll, um den Handel von Westen her, mehr nach Boston zu ziehen. Sie beginnt in der Stadt Boston selbst, geht auf einem Damm, der zum Theil aus Mauerwerk, zum Theil aus Pfahlwerk und zum Theil ganz aus Holz besteht, über einen Meeresarm, welcher die Mündung des Charlesflusses bildet und geht mittelst einer Brücke über diesen Fluß. Dieselbe besteht aus einem einzigen Joch von 36 Met. (115 Fuß) Spannung, liegt 10½ Meter (33½ Fuß) über dem Wasserspiegel und hat 30,000 Fr. gekostet. Sie geht außerdem durch mehrere Einschnitte und Dämme, erstere zum Theil auch durch festes Granitgestein geführt.

Die Erdarbeiten sind 7,8 Meter (25 Fuß) breit gemacht, um die jetzt nur einfach angelegte Bahn, verdoppeln zu können. Die Länge der ganzen Bahn beträgt 69,603 Meter oder 17½ Lieues (10½ Meilen), das Maximum der Steigungen $\frac{1}{173}$, das Mittel derselben $\frac{1}{440}$. Die Anlagekosten sind zu 4,783,576 Fr. veranschlagt, so daß 1 Lieues 276,000 Fr., oder das laufende Meter 69 Fr. kostet.

Man hat Stabschienen angewendet, wie bei der Bahn von Boston nach Providence, oder ähnlich der auf der Bahn von Clarence in England (Fig. 22) angewendeten. Das laufende Meter von diesen Schienen wiegt 1969 Kilogr (41, 35 Pfd.). Die Schienen liegen in gußeisernen Stühlen, welche auf Querbalken von Cedern- und Kastanienholze befestigt sind, die ihrerseits auf Mauerwerk ruhen, das nach der Beschaffenheit des Terrains höher oder niedriger ist. Die Krümmungs-Halbmesser betragen 300 Meter. Man wendet Dampfwagen

an, welche sich mit einer Geschwindigkeit von 27 Kilometern ($3^1/_2$ Meilen) in der Stunde bewegen. Der Stand der Actien ist 112%.

Doppelte Eisenbahn von Lovell.

Diese hat den Zweck, den Fabrikort Lowell mit dem Hafen von Boston zu verbinden. Ihre ganze Länge beträgt 41,029 Meter, oder $10^1/_4$ Leues (6 Meilen), ohne die vielen Verzweigungen nach den einzelnen Fabriken an den Fällen des Mennimak-Flusses, deren Gefälle zu der Bewegung der Maschinen benutzt werden. Das Maximum der Steigung beträgt $\frac{1}{528}$, oder ungefähr 2 Millimeter auf das Meter. Die Anlagekosten haben auf das laufende Meter 106 Fr. betragen. Die Breite der Bahn beträgt 7,8 Meter (25 Fuß).

Die angewendeten Schienen sind denen auf der Liverpool-Manchester-Bahn (Fig. 17, 18, 26 und 27) ähnlich. Ihre Länge beträgt 3,66 Meter bis 4,57 bis 5,49 Meter ($11^2/_3$ bis $14^1/_2$ bis $17^1/_2$ Fuß) und das laufende Meter wiegt 19,55 Kilogr. (41 Pfd.). Die Schienen ruhen auf gußeisernen Stühlen, welche auf Tragsteinen von Granit von $11^1/_2$ Zoll im Kubus befestigt sind, die ihrerseits auf gemauerten Unterlagen ruhen, die 2 Fuß $4^2/_3$ Zoll stark sind und deren Höhe nach dem Terrain verschieden ist und $2^1/_2$ bis $3^1/_4$ Fuß beträgt. Die Tragsteine liegen 1 Meter aus einander und sind in der Quere durch Mauerschichten von $11^1/_2$ Zoll Breite und 6 Zoll Stärke, mit einander verbunden. Die innern Ränder der Schienen liegen 1,44 Meter (4 Fuß 7 Zoll) auseinander; die Schienen beider Bahnen sind 1,83 Meter (5 Fuß 10 Zoll) von einander entfernt. Die Schienen stehen 10 Zoll über den Tragsteinen hervor.

Man hat mehrere Durchschnitte durch festen Gneis und Glimmerschiefer treiben müssen. Man fährt mit Dampfwagen, die 25 Kilom. (3,3 Meilen) in der Stunde machen. — Der Stand der Actien ist 114%.

Eisenbahn von Quincy.

Dieses ist die erste Eisenbahn, welche in den vereinigten Staaten angelegt worden. Sie kam schon 1827 in Betrieb und hat den Zweck, die berühmten Granitbrüche von Quincy mit dem Meere in Verbindung zu setzen. Die Bahn ist $3^1/_2$ Lieues lang, und ist auf Pferde-Förderung vorgerichtet. Die Schienen sind platt, 3 Zoll breit und 5 Linien stark und mittelst eiserner Nägel unmittelbar auf Granitblöcken befestigt, die auf trockenem Mauerwerk ruhen, und von zwei zu zwei Metern durch 6 Fuß $9^1/_2$ Zoll lange Blöcke, die in der Quer-Richtung liegen, mit einander verbunden.

Staat von Neu-York.

Zu den projectirten, aber noch nicht begonnenen Bahnen gehören zuvörderst die beiden großen von Neu-York nach dem Frie-See, welche $196^3/_4$ Lieues lang werden wird, so wie die von Neu-York nach Albany, welche 64 Lieues von einander entfernt sind.

Eisenbahn von New-York nach Harlaem.

Diese hat den Zweck, die große Handelstadt mit einem Theil der sehr gesunden Insel Manhattan, welche sehr viele Landhäuser enthält, in eine schnelle Verbindung zu setzen. Sie beginnt mitten in der Stadt, wo sie eine Breite von 3,96 Meter ($12^1/_2$ Fuß) hat, und ihre Länge beträgt 12 Kilomet. ($1^1/_2$ Meilen). Die Bahn ist sehr fest auf einer Unterlage von Granit erbaut, ist einfach, und das laufende Meter kostet 155 Fr. Die Wagen werden von Pferden gezogen. Es sind mehrere Einschnitte in festem Gestein erforderlich gewesen. Noch ist die Bahn nicht gänzlich vollendet, allein auf dem vollendeten Theil schon fahrbar, und die Actien stehen auf 115%.

Doppelte Eisenbahn von Albany nach Schenectady.

Diese bildet einen Theil von der großen projectirten Eisenbahnlinie von dem Atlantischen Meere nach dem Westen. Ihre Länge beträgt 25½ Kilometer (3,3 Meilen) und obgleich sie über 102 Meter über dem Hudson liegende Höhen geführt werden mußte, so beträgt das Maximum der Steigungen doch nur $\frac{1}{225}$, indem zwei geneigte Ebenen mit feststehenden Dampfmaschinen vorgerichtet worden. Der geringste Halbmesser einiger Krümmungen beträgt 300 Meter.

Das Terrain ist meistentheils sandig; die Brücken über die zu passirenden Flüsse, sind hölzern.

Längs der Bahn sind Vertiefungen aufgeworfen, in denen auf einer Unterlage von zerschlagenen Steinen, 11½ Zoll starke Tragsteine liegen, die rings um mit kleinen Steinen festgestampft werden. Sie liegen von Mittelpunkt zu Mittelpunkt 1 Meter auseinander. Auf ihnen sind mittelst gußeisernen Stühlen und Knieen, Balken von 6 Zoll im Quadrat aus Norwegischem Fichtenholz befestigt und auf dieselben die ½ Zoll starken und 2½ Zoll breiten, platten Schienen genagelt.

An den aus Geröllen und Dammerde bestehenden Stellen, liegen unter den Querbalken, der Länge nach gehende Balken, welche auf zerschlagenen Steinen ruhen. Die Breite der Bahn beträgt 1,44 Met. (4 Fuß 7 Zoll.)

Die Enden der Schienen greifen in einander und liegen auf Eisenplatten; die Balken sind durch Klammern mit einander verbunden. Die Holzunterlagen sind mit zerschlagenen Steinen und mit Erde bedeckt. Das laufende Meter der Bahn hat 296½ Fr. gekostet.

Die zum Transport der Personenwagen angewendeten Maschinen haben ein Gewicht von 3 Tonnen (3000 Kilom.) und die Räder haben 1,42 Meter (4 Fuß 6¼ Zoll) im Durchmesser. Die Personenwagen, welche von einer solchen Ma-

schine mit einer Geschwindigkeit von 6 Lieues ($3^3/_5$ Meilen) in der Stunde bewegt werden, wiegen 8 Tonnen. Das Personengeld beträgt 3 Fr. $32^1/_2$ Cent. Der Stand der Actien ist 130%.

Eisenbahn von Shenectady nach Utica.

Diese bildet das zweite Glied der Eisenbahnkette von Albany nach dem Frie-See und ihr hauptsächlichster Zweck ist der schnelle und sichere Personenverkehr. Die Bahn ist 32 Lieues lang, einfach, und ihre Construktion wie die, der vorhergehenden Bahn. Die Anlagekosten einer Lieue betrugen 160,000 Fr., die eines laufenden Meter 40 Fr.. Die Erdarbeiten sind zu einer doppelten Bahn vorgerichtet. Der Stand der Actien ist jezt 128%.

Unter mehreren Nebenbahnen erwähnen wir zuvörderst die $1^1/_4$ Lieues lange Bahn von Buffalo nach Blackrock, die gänzlich aus Holz besteht. Paralell mit der Bahn sind gespaltene Hölzer gelegt, die breite und behauene Seite oben. Darauf sind in der Quere Balken wie eine Brückenbahn befestigt. Darauf ruhen Balken von 4 Zoll Breite und 2 Zoll Stärke; auf denen die platten, 2 Zoll breiten und $^1/_2$ Zoll starken Schienen befestigt worden sind. Eine solche Construktion hat 36,000 Fr. die französische Meile, oder 9 Fr. das laufende Meter gekostet.

Um das Holz gegen das Faulen zu schützen, hat man die obersten Balken auf ein Bett von ungelöschtem Kalk gelegt und sie darauf mit gelöschtem Kalk gut überzogen, so wie die Bohlen mit einem flüssigen Kitt, der alle Fugen gehörig ausgefüllt hat. Das Ganze ist alsdann mit Sand bedeckt.

Zu Rochester hat man eine Eisenbahn ausgeführt, die den Zweck hat, die Niveau-Differenz des Frie-Kanal zu überwinden. Sie geht von der Mitte der Stadt bis dahin, wo die Schifffahrt auf dem Actaria-See beginnt. Sie ist 4746 Met. lang und die mit derselben zu gewinnende Höhe

beträgt 76.43 Meter. Die Fälle des Geneſſee-Fluſſes ſelbſt ſind als bewegende Kraft, um die Wagen auf die geneigten Ebenen hinauf zu ziehen, angewendet worden.

Eiſenbahn von Schenectady nach Saratoga.

Dieſelbe wurde 1831 begonnen und im Frühling 1833 vollendet. Sie beginnt in der Stadt Schenectady, woſelbſt er ſich mit der Albany-Bahn vereinigt, überſchreitet den Frie-Kanal in der Stadt, ſpäter den Fluß Mohawk, geht durch mehrere Dörfer und endigt mitten in Saratoga. Die Länge der Bahn beträgt 34,439 Meter ($8^1/_2$ franzöſiſche oder 5 deutſche Meilen); das Terrain iſt ſehr günſtig und das Maximum der Steigung beträgt nur $\frac{1}{330}$, oder 3 Millim. auf 1 Meter. Die Bahn iſt einfach und ihre Conſtruktion gänzlich ſo wie die bei der Bahn von Albany nach Schenectady erwähnten beiden Arten.

Die darauf im Gange befindlichen Dampfwagen machen mit einer Belaſtung von 15000 Kilogr., 6 bis 7 Lieues in der Stunde; es werden Koaks als Brennmaterial angewendet. Der Weg von Schenectady nach Saratoga wird in einer Stunde und 20 Minuten und der von Albany nach Saratoga in $2^1/_2$ Stunden zurückgelegt.

Die Anlagekoſten haben 1,574,356 Fr., oder 184,000 Fr. auf die Lieue, oder 46 Fr. auf das laufende Meter betragen. Die ſämmtlichen jährlichen Unterhaltungskoſten belaufen ſich auf 90,047 Fr., d. h. ungefähr 6% von dem Anlagekapital, oder die Hälfte von der jährlichen Einnahme. Das Perſonengeld beträgt 6 Fr. 55 Cent. Die Dividende betrug 1833 und 1834 9% und der Stand der Actien iſt 114%.

Es hat ſich eine Geſellſchaft zur Verlängerung der Bahn von Saratoga bis zum Fort Edward gebildet. Die Länge derſelben wird 8 Lieues betragen.

Einfache Eisenbahn von Saratoga nach Troy.

Saratoga ist ein sehr wichtiger Brunnenort und Troy der Punct, wo die Dampfschifffahrt auf dem Hudson ein Ende hat. Auf diese Weise kann man den 72 Lieues (43 Meilen) langen Weg zwischen Neu-York und Saratoga in 10 Stunden zurück legen.

Die Eisenbahn ist fast 10 Lieues (6 Meil.) und das Maximum der Steigungen ist $\frac{1}{211}$ bis $\frac{1}{264}$. Sie ist auf dieselbe Weise, wie die vorhergehende beschriebene Bahn construirt. Die Anlagekosten sind auf $1^1/_2$ Millionen Fr., d. h. die Lieue auf 150,000 Fr. veranschlagt. Man wird Dampfwagen, die in Philadelphia angefertigt worden sind, gebrauchen. Die Actien der Gesellschaft stehen auf 112%.

Um die Bahn mit der Linie von Albany nach dem Frie-See in Verbindung zu bringen, hat man das Project, eine Verzweigung zwischen Ballston und Amsterdam anzulegen, so daß die von Westen her kommenden Reisenden zu Amsterdam die von Schenectady nach Utika führende Eisenbahn, die wegen ihrer geneigten Ebenen viel Unbequemes hat, veranlassen und zu Troy, auf den Hudson gelangen können.

Einfache Eisenbahn von Ithaka nach Owego.

Mittelst dieser Bahn wird die Schifffahrt auf dem Frie-Kanal mit der auf dem Susquehanna verbunden. Sie ist $11^1/_2$ Lieues (7 Meilen) lang hat zwei geneigte Ebenen von $^1/_4$ uud $^1{}_{21}$ von denen die erste mit einer feststehenden Dampfmaschine versehen ist und die übrigen Steigungen überschreiten $\frac{1}{264}$ nicht. Am obern Ende der ersten Rampe sind sehr kostbare Erdarbeiten, bestehend in Einschnitten durch festes Gestein und in Dämmen, erforderlich gewesen.

Bei der Construktion der Bahn hat man im Allgemeinen das bei den vorhergehenden Bahnen beschriebene Verfahren angewendet. Man hat nämlich längs der Bahn zwei 1 Fuß tiefe Gräben aufgeworfen, dieselbe mit Grus vollgestampft und auf dieselben Balken gelegt, auf denen von Meter zu Meter Querbalken liegen, welche als Stützpunkte für die Balken dienen, auf denen die platten Schienen befestigt sind. Das Holz ist das der weißen Eiche.

Die Anlagekosten haben 38 Fr. auf das laufende Meter betragen. Man wendet Pferde als bewegende Kraft an, die in der Stunde 20 Kilogr. (2,6 Meilen) zurücklegen. Die Bahn ist seit 1834 im Gebrauch und ihre Actien stehen jetzt auf 73%.

Staat Pennsylvanien.

Doppelte Eisenbahn von Columbien.

Dieselbe hat den Zweck, als directerer Ausweg für den Kanal von Pennsylvanien zu dienen. Der Ausgangspunkt ist im Innern von Philadelphia; ihre allgemeine Richtung ist die von Osten nach Westen; sie geht auf einem Viaduct über den Schuylkill und gelangt dann zu einer Rampe von $\frac{1}{15}$ Steigen, die 57 Meter Höhe hat. Sie ist mit zwei feststehenden Maschinen von 60 Pferdekräften, eine jede versehen, welche einen Wagentransport mit 20 Tonnen Fracht mittelst einer eisernen Kette ohne Ende, in 15 Minuten hinaufzieht, wovon 5 Minuten auf die unvermeidlichen Aufenthalte am Fuß und am Gipfel der Rampen gehen. Eine andere Rampe ist in der Nähe des Beckens von dem Kanal von Pennsylvanien vorhanden; sie hat $\frac{1}{20}$ Fallen und ist mit zwei feststehenden Dampfmaschinen, jede von 40 Pferdekräften, versehen. Die übrigen Steigungen der Bahn sind nicht über $\frac{1}{117}$ und im Mittel $\frac{1}{176}$. Krümmungen von 135 bis 225 Halb-

messer sind sehr häufig, ja die Bahn besteht nur aus einer Reihe von solchen.

Die Anlage der Bahn ist sehr dauerhaft. Die eine hat gewalzte Stabschienen, ähnlich denen auf der Clarence- oder auf der Wigganbahn in England (Fig. 20). Sie ruhen auf Tragsteinen von Granit und auf Querbalken von der Pseudo-Akazie, die bei den geraden Theilen 5 und bei den krummen 3 Meter von einander entfernt liegen. Das laufende Meter von den Schienen wiegt 39 Pfd.; sie liegen in gußeisernen Stühlen, von denen jeder 12½ Pfd. wiegt.

Die andere Bahn ist mit platten Schienen vorgerichtet, die zum Theil auf dicht aneinander liegenden Granitblöcken, zum Theil aber auch auf hölzernen Balcken befestigt sind, welche aber auch gegen Steine ausgetauscht werden sollen.

Die Bahn ist zwar für Dampfwagen vorgerichtet, allein ehe dieselben vollständig vorhanden sind, wendet man auch Pferde an. Die bis jetzt gebrauchten Locomotiven haben ein Gewicht von 6 Tonnen oder Reisende mit einer Geschwindigkeit von 4 Lieues (2⅔ Meilen) in der Stunde ziehen; foglich kann der ganze 33 Lieues (20 Meilen) lange Weg in 8¼ Stunden zurückgelegt werden.

Die neuen, angewendeten Locomotiven sind von der Construktion des Herrn Baldwin zu Philadelphia und gänzlich der Maschine von E. L. Miller auf der Eisenbahn von Süd-Carolina, ähnlich. Ihre Wirkung ist sehr bedeutend; sie können ein Gewicht von 75 Tonnen mit einer Geschwindigkeit von 19 bis 22 Kilogr. (2 bis 2½ Meilen) in der Stunde ziehen.

Auf den stark geneigten Theilen des Weges kann man leicht auf die Räder, welche die Bewegung hervorbringen, einen größern Theil des Gewichts bringen, um ihre Adhäsion und folglich ihre Zugkraft zu vermehren.

Man hat die Absicht, diese Bahn bis Harrisburg, d. h. 11¼ Lieues weiter zu verlängern.

Eisenbahn von Portage.

Diese Eisenbahn ist das Glied, mittelst welchem die große Atlantische Linie gegen Westen, ihrem Uebergang über das Alleghany-Gebirge bewerkstelligt, nachdem sie zuvörderst die so eben beschriebene Columbia-Bahn und dann die Abtheilung des Kanals des Centraltheils von Pennsylvanien, auf einer Länge von 275,447 Met., einer allgemeinen west-nordwestlichen Richtung, verfolgt hat. Die Bahn hat eine Länge von 59,000 Metern (14¾ Lieues) und knüpft sich an den westlichen Theil desselben Kanals, der bis Pittsburg geht und 167,336 Meter lang ist.

Demnach hat diese ganze Linie von Kanälen und Eisenbahnen, vom Delaware bis zum Ohio, oder von Philadelphia bis Pittsburg eine Längenerstreckung von 633,048 Met. oder 158¼ Lieues, oder 95 Meilen.

Die Portage-Eisenbahn ist die wichtigste Arbeit dieser Art in den vereinigten Staaten. Durch die Kette der Alleghanys ist ein Tunnel erforderlich gewesen, welches 747 Met. (3281 Fuß) über dem Niveau des Oceans liegt, 274 Meter lang, 6,7 Met. weit und 5,8 Met. hoch ist. Diese Tagestrecke ist gänzlich durch festes Gestein getrieben und es haben daher nur ihre beiden Mundlöcher einer Bekleidung von Mauerwerk bedurft.

Die allgemeine Richtung der Bahn ist Ost-Nord-Ost, von Hollidaysburg, dem Auswegspunkt ähnlich von den Gebirgen bis nach Johnstown, ihren Endpunkt im Westen. Die Bahn geht von einem Becken aus, in welchem sich der Centraltheil des Kanals von Pennsylvanien endigt, verfolgt zuvörderst eine west-nord-westliche Richtung bis Blairs Gap, wendet sich dan plötzlich nach Süd-Westen ins Thal von Conemaugh, um sich bei Johnstown bei einem Becken zu endigen, wo die westliche Abtheilung des Kanals von Pennsylvanien beginnt.

Die Länge der Bahn östlich von der Tagesstrecke beträgt 16,270 Met. Die auf dieser Strecke erreichte Höhe beträgt

426,69 Met. Es ist durch fünf Rampen von $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{14}$ Steigungen geschehen. Die Gesammtlänge der Basen dieser Rampen betragen 3500 Met.; die noch bleibenden 12,770 Meter, haben eine Steignng, deren Maximum $\frac{1}{352}$ oder ungefähr 3 Millimeter auf das Meter beträgt.

Die Strecke westlich von dem Tunnel bis Johnstown ist 42,456 Meter lang nud die zu ersteigende Höhe beträgt 357,46 Meter, weßhalb fünf andere Rampen mit denselben Neigungs-Winkeln, wie die östlichen erforderlich waren. Die Steigung des übrigen Theils der Bahn auf dieser Seite, beträgt auch $\frac{1}{352}$.

Die Vertheilung dieser Steigungen hat sehr bedeutende Einschnitte und Dämme erforderlich gemacht. Einer von den letztern hat 20 Meter Höhe und enthält 45,840 Kubikmeter Schutt; eine andere ist 914 Meter lang und enthält 72,580 Kubikmeter.

Die ganze Länge der Bahn beträgt 59 Kilometer ($14^3/_4$ Lieues oder fast 9 Meilen), die man wegen der schwierigen Ausführung in 46 Unterabtheilungen getheilt hat. Es finden sich auf der ganzen Linie 4 gemauerte Viadukte, 68 kleine Brücken und 85 Kanäle zur Abführung der Gewässer. Alle diese Arbeiten sind sehr fest ausgeführt.

Die Bahn ist doppelt, die Schienen sind gewalzte Stabschienen, die aus England eingeführt worden, und die denen ähnlich sind, welche auf der Bahn von Preston nach Wiggan in England angewendet worden. (Sieh Fig. 21 und S. 104.) Das laufende Meter wiegt 19,7 Met. (41,37 Pfd.) Diese Schienen ruhen mittelst gußeisernen Stühle, auf Tragsteinen und diese liegen in Löchern auf zerschlagenen und festgestampften Steinen und von denselben gänzlich umgeben.

Auf den Dämmen hat man nur erst temporäre Vorrichtungen gemacht, um dem Schutt Zeit zu lassen, sich setzen zu können. Die Schienen sind daher auf Balken befestigt,

die auf Querbalken liegen. Dieselbe Construktion ist auf die Rampen angewendet worden. Die Breite der Doppelbahn beträgt 7,62 Met. (24¼ Fuß.)

Der Transport geschieht mittelst Dampfwagen, mit einer mittlern Geschwindigkeit von 16 Kilometern (2,1 Meilen) in der Stunde, wobei 3 Wagen mit einer Befrachtnng von 9 Tonnen gezogen werden.

Die commerzielle Bewegung durch die Alleghanys-Kette in dieser Richtung wird durch 53,619 Tonnen, die von Westen, so wie durch 30,916 Tonnen, die von Osten kommen, zusammen durch 84,535 Tonnen, ausgedrückt. Die Transportmaße hat sich von 1833 bis 1834 um ein Sechstel vermehrt.

Eisenbahn von Philipsburg nach Juniata.

Dieser zweite Versuch, die Alleghanys-Kette mittelst einer Eisenbahn zu überschreiten, hat den Zweck, mit Hülfe des Kanals von Pennsylvanien, die Produkte der reichen Steinkohlenbergwerke in der Grafschaft Clearfied, westlich von den Alleghanys, den östlichen Ländertheilen zuzuführen. Die Bahn hat ein Tunnel von 400 Meter Länge und 6 verschiedene Rampen. Die eine hat eine feststehende Dampfmaschine, eine andere ist mit einem Wasserrade versehen und bei den vier übrigen ziehen die herabgehenden Wagen die abwärtsgehenden herauf. Die Neigung dieser Rampen beträgt $\frac{1}{13}$ bis $\frac{1}{20}$; die des übrigen Theils von der Bahn im Maximum $\frac{1}{124}$ und im Mittel $\frac{1}{240}$. Die ganze Länge der Bahn beläuft sich auf 11 Lieues.

Die Bahn ist einfach mit Ausnahme der Rampen. Die Erdarbeiten sind sehr dauerhaft ausgeführt und nur an einigen Punkten hat man vorläufig hölzerne Gerüste statt der Dämme construirt.

Die Unterlagen der Bahn bestehen aus Holz. Zu dem

Ende liegen auf einer Unterlage von zerschlagenen Steinen, längs der Bahn nur auf der untern Seite behauene Stämme von der weißen Eiche. Auf dieselben sind von 1½ Meter zu 1½ Meter (4¾ Fuß) Querbalken eingelassen, die 9 Zoll Stärke haben und auf diesen sind wiederum die 9 Zoll hohen und 5 Zoll breiten Balken eingelassen, auf denen die Schienen befestigt worden sind. Diese sind platt nnd bestehen aus gewalzten Eisen, 2 Zoll breit, ½ Zoll stark und wiegen das Meter 5,15 Kilogr. (10½ Pfd.) Sie sind in die Balken eingelassen, so daß ihre Oberflächen gleich sind. Die Befestigung geschieht durch Nägel.

Die Bahn soll mit Dampfwagen von 15 bis 20 Pferde-Kräften, ähnlich denen, welche auf der Eisenbahn des Schuylkill im Betriebe sind, befahren werden. Die Anlagekosten sind zu ½ Millionen Fr. veranschlagt worden, d. h. die Lieue zu 136,000 Fr., oder das laufende Meter zu 34 Fr.

Verbindung zwischen dem Delaware und dem Susquehanna.

Die zweite von Philadelphia ausgehende Eisenbahnlinie, die ebenfalls eine im Allgemeinen westliche Richtung hat, besteht aus mehreren einzelnen Unternehmungen, die hauptsächlich in der Absicht begonnen worden sind, der genannten Hauptstadt die Produkte der reichen Steinkohlenlager zuzuführen, welche sich jenseits der blauen Gebirge befinden. Dennoch bilden diese verschiedenen Bahnen eine zusammenhängende Linie zwischen dem Delaware und dem nördlichen Zweige der Susquehanna, deren Kanalschifffahrt sich bis in den Staat von Neu-York und jenseits der Alleghany-Gebirge erstreckt.

Das Terrain, welches die Bahnlinie durchschneidet, um zu den Steinkohlenbecken zu gelangen, die in den verschiedenen Gebirgsketten liegen, welche die Alleghanys bildet, ist sehr uneben, indem der Unterschied zwischen dem niedrigsten und dem höchsten Punkt ungefähr 200 Meter beträgt. Man

erkennt die verschiedenen Eisenbahn-Verzweigungen dieser Linie, am besten aus der folgenden Tabelle.

Bezeichnung der Bahnen.	Länge.	Abhänge. Maximum.	Abhänge. Mittel.	Rampen.	Veranschl. Kosten auf das Meter.	Wirkliche Kosten auf das Meter.	Bewegende Kraft.	Krümmungs-Halbmesser.	Geschwindigkeit in der Stunde.	Gewicht der Schienen.
Von Philadelphia:	Meter.								Kilom.	Klgr.
nach Germantown	10,500	1/111	1/185	"	"	Fr. 135	Maschine	Met. 200	13	18
" Norristown	35,368	1/118	"	"	80	" 77	"	300	" 24	16,25
" Reading . .	65,061	1/220	"	"	"	126	"	300	24	19,42
" Post-Clinton	31,784	1/27	"	"	"	" 83	"	430	"	18
" Petville . .	30,000	"	"	"	"		"	"	"	"
" Danville . .	66,000	"	"	5	"		"	"	"	16
Summa .	238,743									
Verzweigungen nach:										
Sunbury . . .	5,500	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Catawissa . . .	3,000	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Tuscarora . . .	24,000	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Mount-Carbon .	11,660	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Little-Schuylkill .	37,000	"	"	"	"	"	"	"	"	16
Summa der Verzweigungen . .	81,160	Alle diese Verzweigungen sind einfache Bahnen mit Ausnahme der von Little-Schuylkill, welche doppelt ist und alle haben sie hölzerne Unterlagen.								
Total-Summa .	319,903									

Staat von Maryland.

Eisenbahn von Baltimore nach dem Ohio.

Die ganze Länge derselben wird 499 Kilom. oder 125 Lieues (75 deutsche Meilen) betragen, wovon jedoch erst 132 Kilom. oder 33 Lieues (20 deutsche Meilen) vollendet sind. Der Uebergang über einen 247 Met. (787 rh. Fuß) hohen Berg hat 4 Rampen mit feststehenden Dampfmaschinen erforderlich gemacht, die eine Steigung von $^1/_{30}$ bis $^1/_{75}$ haben; die Steigungen der übrigen Theile der Bahn betragen im Maximum $^1/_{142}$, im Mittel $^1/_{264}$. Die Anlagekasten betragen auf das laufende Meter 141 Met., die Krümmungshalbmesser 120 Meter; die Geschwindigkeit, mit welcher sowohl mit Thier- als Dampfkraft auf der Bahn gefördert wird, beträgt 14 bis 25 Kilometer in einer Stunde die Schwere der Schienen auf 1 Meter Länge $5^3/_4$ bis 18 Kilom.

Die Resultate der verschiedenen Versuche, welche über die Anwendung des Dampfes als bewegende Kraft angestellt werden, geben uns sehr interessante Details, welche die sichere Ueberlegenheit der mechanischen über die Thierkraft beweisen. Die Herren Davis und Gartner, zwei ausgezeichnete Mechaniker zu Baltimore, haben einen Dampfwagen (l'Atlantique) erbauet, der versuchsweise zum regelmäßigen Transport auf einer Strecke von 64 Kilometern angewendet wurde und täglich 128 Kilom. machte. Als Brennmaterial wendete man Anthracit oder trockne Kohlen an, die nicht rauchen und die vortheilhaft mit Koaks von bituminösen Steinkohlen benutzt werden können. Diese Kohlen haben den Vorzug, wohlfeiler als andere zu seyn.

Der Ausgangspunkt zu Baltimore liegt außerhalb der Stadt und 19,80 Met. über dem Meeresspiegel; von diesem Punkte ab bis zum Fuß der ersten Rampe, östlich vom Parr-Spring, beträgt die ganze Erhebung 170,1 Met. oder 2,65 Met. auf das Kilomet; und das Maximum der Steigung, mit Ausnahme der auf einer geringen Entfernung vom Fuß der Rampe und deren größter Widerstand durch

die augenblickliche Impulsion überwunden werden muß, die durch die Wirkung der Bewegung selbst erlangt worden ist, beträgt $^1/_{141}$; der folgende Abhang $^1/_{252}$. Während aber der geringste Krümmungshalbmesser auf diesem ersten Abhange 300 Meter beträgt und der Widerstand daher 0,45 Kilogr. auf 1000 Kilogr. des Gewichts von dem Wagen und seiner Belastung nicht übersteigen darf, beträgt der Krümmungshalbmesser auf dem zweiten Abhange, an manchen Punkten nur 120 Met. und der Widerstand nach den letzten Versuchen im Durchschnitt 50% von der, auf einer geraden und ebenen Bahn erforderlichen Kraft und wenn diese letztere daher 4,5 Kilogr. auf 1000 Kilogr. beträgt, 2,25 Kilogr.

Nimmt man daher an, daß der mittlere Widerstand der Wagen auf den Schienen, wenn diese, in Folge der von den Hufen der Pferde darauf geworfenen Erdklämpfen, nicht ganz rein sind, durch 4,5 Kilogr. auf 1000 Kilogr. dargestellt werde, so wird der durch Reibung der Schwere und in den Krümmungen herrührende Widerstand, bei einer Steigung von $^1/_{141}$ ausgedrückt werden durch:

4,50 Kilogr. + 7,15 K. + 0,45 K. = 12,10 Kilogr., oder

die Reibung durch . . . . = 4,50 Kil.
die Schwere durch $^{1000}/_{141}$ = 7,15 =
Widerstand bei Krümmungen von 300 Met. Halbmesser . . . . . = 0,45 =

} = 12,10 Kologr. auf 1000 Kilogr. der ganzen Ladung.

Derselbe Widerstand auf der Strecke mit $^1/_{152}$ Steigung wird ausgedrückt durch:

Die Reibung durch . . . . = 4,50 Kil.
Die Schwere . . . . . = 6,65 =
Widerstand bei Krümmungen von 120 Met. Halbmesser . . . . . = 2,25 =

} = 13,40 Kilogr. auf 1000 Kilogr. der ganzen Ladung.

Dieses letztere Resultat ist gleich mit dem Widerstande, den eine gerade Bahn mit einer Steigung von $^1/_{113}$ = 0,00885 Met. und dem Widerstande einer Bahn mit $^1/_{119}$ Steigung und einer Krümmung von 300 Met. Halbmesser hat.

Da nun der größte Widerstand in Folge der Steigungen und Krümmungen des Theiles von der Bahn zwischen Baltimore und der Rampe von Parr-Spring durch 13,40 Kilogr. ausgedrückt wird, so muß derselbe die Belastung bei dem Aufsteigen der Bahn, beschränken. Wir beschreiben nach diesen Daten den Nutzeffekt des Dampfmagens „l'Atlantique" auf einem ähnlichen Strich.

Diese Maschine wiegt nebst dem Wasser in ihrem Kessel und dem Brennmaterial in dem Ofen, 6500 Kilogr., von denen $^3/_5$, ohngefähr 3900 Tonnen oder 4 Tonnen, die Belastung auf den zu bewegenden Rädern bilden. Diese Räder haben 91 Centimeter (2 F. 11 Z.) Durchmesser und werden mittelst einer Kurbel bewegt, die an der Are selbst befindlich ist und die mit der Kolbenstange durch eine Kurbelstange in Verbindung stehen.

Der Durchmesser der Kurbel beträgt 71 Centimeter, der der Kurbelstange 0,355 Met. Der ganze Kolbenhub beim Auf- und Niedergange, bringt daher zwei vollständige Umdrehungen der Räder hervor. Die beiden Cylinder haben eine senkrechte Stellung, jeder hat einen Durchmesser von 25 Centimeter und einen Hub von 50 Centimeter. Sie sind durch eine Querstange verbunden, die mittelst einer senkrechten Stange ihre Bewegung zweien Kurbelstangen mittheilt, die rechtwinklich auf der Mitte der Are stehen. Auf diese Weise wird die Bewegung den Rädern sehr gleichförmig mitgetheilt. Die Siederöhren sind senkrecht.

Die Nutzkraft solcher Maschinen wird durch das Adhäsionsgewicht der zu bewegenden Räder und durch die Quantität der Dämpfe beschränkt, die in einer gegebenen Zeit erzeugt und verbraucht werden. In England wird die Adhäsionskraft der Räder einer zu $^1/_{15}$ des Gewichts bestimmt, welches die Schienen mittelst derselben zu tragen haben, wenn jene die geringsten Vortheile für diese Adhärenz haben, welches bei dem Klima dieses Landes im Allgemeinen auf dem kalkigen und mergeligen Terrain der Fall ist. Trocknes oder sehr regnigtes Wetter, sind gleich vortheilhaft für die

Adhäsion; feuchtes und nebliges Wetter ist im Gegentheil ungünstig.

In den vereinigten Staaten, wo die Luft gewöhnlich trockner und der Regen in der Regenzeit weit häufiger ist, und wo das von den Eisenbahnen durchschnittene Terrain, an den Ufern des atlantischen Meeres, im Allgemeinen aus Alluvium besteht und daher sandig ist, ist der deshalb häufige Staub, weniger geeignet, die Schienen so glatt zu machen, als sie in England sind. Man hat daher die Adhäsionskraft in der ungünstigsten Jahreszeit, d. h. im Winter zu $^1/_{12}$ annehmen zu können geglaubt. Zu allen übrigen Jahreszeiten wird die Adhäsion wahrscheinlich weit größer seyn und vielleicht nie geringer als $^1/_8$. In den Fällen, daß die Schienen in dem schlechtesten Zustande befindlich sind, kann die nutzbare Adhäsionskraft auf $^1/_3$ und in den gewöhnlichen Fällen auf ein $^1/_2$ von der bekannten Reibung des Eisens auf Eisen angenommen werden.

Nach diesen Prinzipien würde die geringste Adhäsion ausgedrückt werden durch 333 Kilogr. = $^1/_{12}$ von 4000 Kil. und die gewöhnliche Adhäsion durch 500 Kilogr. = $^1/_8$ von 4000 Kilogr., indem 4000 Kilogr. das Gewicht auf den zu bewegenden Rädern darstellen.

Die Gränze des Nutzeffekts von diesem Dampfwagen würde daher, wenigstens was die Adhäsion der Räder anbetrifft, für die beiden erwähnten Zustände der Schienen seyn:

$\frac{333}{6{,}75}$ Kil. = 74 Tonnen . . und $\frac{500}{4{,}50}$ Kil. = 111 Tonnen

mit Inbegriff des Gewichts der Wagen, oder an Fracht allein, respektive 49 und 75 Tonnen, bei einer ganz ebenen und geraden Bahn.

Auf einer ebenen Bahn jedoch mit Krümmungen von 120 Met. Halbmesser, würde dieselbe ganze Belastung für die beiden obigen Fälle werden:

$\frac{333}{6{,}75}$ Kil. = $49^1/_2$ Tonn. und $\frac{500}{6{,}75}$ Kil. = 74 Tonn.

Und für die Fracht $31^1/_2$ Tonn. „ . . . . . 49 Tonn.

In dem Fall der oben angegeben Abhänge hat man:

$\frac{333}{12,10}$ Kil. = 27½ Tonn. und $\frac{500}{12,10}$ Kil. = 41½ Tonn.

Und für die Fracht 12½ Tonn. „ . . . . . 20 Tonnen.

Die geringste Belastung ist gleich dem Transport von 100 Reisenden auf 6 Wagen, die zweite dem von 175 Reisenden auf 10 Wagen.

Was nun die Kraft der Maschine und ihre Fähigkeit zur Dämpfeerzeugung betrifft, so müssen wir bemerken, daß die Dämpfe, deren man sich bei derselben bedient, einen Druck auf die Wände des Kessels ausüben, der gleich 22,5 Kilogr. auf 0,0006 Quadratmeter, oder gleich 3,4 Atmosphären ist. Nimmt man an, daß der Druck auf dem Kolben 18 Kiligr. oder 3 Atmosphären auf eine Oberfläche von 0,0006 Quadratmeter und daß ihre gesammte Oberfläche = 0,0942 Quadratmeter betrage, so wird der gesammte Druck 2,826 Kilogr. seyn. In England rechnet man, daß 30% von diesem Druck wirksam seyen; giebt man aber wegen des, bei dieser Maschine angenommenen Räderwerks nur 25% zu, so erhält man noch immer 706,5 Kil. Nutzeffekt. Nimmt man nun an, daß die Reibung der Maschine gleich 56,25 Kilogr. sey, und daß bei einer vollständigen Belastung diese Zahlen auf 202,5 Kilogr. erhöhet werden müssen und daß man auch, zur Ueberwindung der Trägheit den Werth der, weiter oben für den gewöhnlichen Fall gefundenen Adhäsion mit 500 Kilogr. in Anschlag bringen müsse, so erhält man als Summa 702,5 Kil. und dasselbe wie bei der weiter oben angeführten wirklichen Kraft des Drucks auf die Kolben. Man kann daraus folgern, daß die Kraft der Dämpfe unter einem Druck von 3 Atmosphären (18 Kilogr.) stets gleich einer durch ⅛ und oft selbst durch mehr ausgedrückter Adhäsion sey.

Da die Geschwindigkeit von der Menge der Dämpfe abhängt, welche die Cylinder verbrauchen, der Ofen und die Siederöhren aber erzeugen und liefern können, so untersuchen wir die Locomotive l'Atlantique, in dieser Beziehung.

Bei einer Geschwindigkeit von 24 Kilometern (6 franz.,

3,6 deutschen Meilen) in der Stunde, müssen die Bewegungsräder, welche 91 Centimet. im Durchmesser haben, 140 Umdrehungen in einer Minute machen, von denen jede den Inhalt zweier Cylinder an Dämpfen verbraucht. Die Oberfläche der beiden Cylinder beträgt 0,0942 Quadratmeter, die Länge des Kolbenhubes 51 Centimeter, das Volum der Dämpfe ist daher gleich 0,048 Kubikmeter, die 140 Mal genommen, den Dämpfeverbrauch in einer Minute, bei einer Geschwindigkeit von 24 Kilometern in der Stunde, = 6,720 Kubikmeter angeben.

Wir haben schon zugegeben, daß der Druck auf die Kolben 18 Kilogr. auf eine Oberfläche von 0,0006 Quadratmeter betragen. Bringt man nun, um alle Verluste zu decken, diesen Druck auf 22,5 Kilogr., so findet man, daß um 6,720 Kubikmeter von einer gleichen Dichtigkeit in der Minute zu erhalten 18,16 Liter Wasser in derselben Zeit, oder 1089,6 Liter in der Stunde verdampft werden müssen. Die dampferzeugende Kraft dieser Maschine, ist mehr als hinreichend, ein solches Resultat zu geben, denn sie könnte bis 1362 Liter Wasser in der Stunde verdampfen; oder da die Kraft einer Maschine proportional ihrem Dampf-Erzeugungs-Vermögen ist, so könnte die hier erwähnte Locomotive mit einer Geschwindigkeit von 28 Kilomet. in der Stunde, mit einer vollständigen Belastung und unter einem Druck von 18 Kilogr. auf 0,0006 Quadratmeter gehen. Bei einer geringen Belastung könnte die Geschwindigkeit sogar 28 Kilom. (7 Lieues, 4,2 d. Meilen) in der Stunde übersteigen.

Wir müssen noch bemerken, daß, obgleich die obigen Berechnungen auf die Anwendung von Dämpfen von gleichförmiger Dichtigkeit in den Cylindern, auf dem ganzen Wege des Kolbens, beruhen, die Maschine dennoch so eingerichtet ist, daß sie Dämpfe entweichen läßt, wenn der Kolben erst ein Drittel seines Laufes vollendet hat.

Zu der Zeit als die Versuche mit dem Dampfwagen angestellt wurden, waren die Steinkohlen noch sehr theuer, so daß die täglichen Betriebskosten auf 84 Fr. 79 C. zu stehen

kamen. Da aber der Dampfwagen eben so viel leistet als 42 Pferde mit 12 Kutschern, wobei sich die Transportkosten auf 174 Fr. 90 C. belaufen, so findet bei der Anwendung des Dampfwagens immer noch eine Ersparung von 90 Fr. 11 C. täglich, oder 32,890 Fr. jährlich statt.

Eine Maschine von der Kraft des Atlantique könnte daher täglich mit einer vollständigen Beladung von 75 Tonnen, bei dem gewöhnlichen Zustande der Schienen, auf einem ebenen und geraden Wege 128 Kilometer täglich machen, welches gleich dem Transport von 9600 Tonnen 1 Kilometer lang, zu einer Fracht von 0,0083 Fr. die Tonne, bei ebener Bahn ist. Bei Krümmungen von 120 Met. Halbmesser, würde sich sein Nutzeffekt auf 49 Tonnen × 128 Kilom., gleich dem Transport von 6272 Tonnen auf 1 Kilom., bei einer Fracht von 0,0135 Fr. auf die Tonne und das Kilometer reduciren.

Auf einer Bahn mit Steigungen und Krümmungen aber, wie bei der von Baltimore bis zum Parr Spring, wird der Nutzeffect gleich 20 Tonneu × 128 Kilom., gleich dem Transport von 2560 Tonnen auf 1 Kilom., bei einer Fracht von 0,0331 Fr. auf die Tonne und das Kilometer.

Es folgt daraus ein posſitiver Vortheil bei der Anwendung der mechanischen gegen die der Thierkraft, als Transportmittel für Kaufmannsgüter; ein Vortheil, der auf folgende Betrachtungen gegründet ist; nämlich: 1) Daß die Betriebskosten für Dampfwagen minder bedeutend sind, als die correspondirenden für die Anzahl der Pferde, welche nothwendig sind, um dasselbe Resultat zu erlangen; 2) daß alle Unterhaltungskosten des für die Pferde erforderlichen Weges wegfallen; 3) daß eine Vermehrung des Nutzeffects der Schienen statt findet, indem dieselben weniger ausgesetzt sind, durch Schlamm, Sand ꝛc. verdorben zu werden, welche die Füße der Pferde erheben, Resultate, die man wenigstens auf 25% schätzt; endlich 4) daß eine kleine Anzahl von Transportwägen, denselben Transport mit einer doppelten Geschwindigkeit bewerkstelligen kann. Beim Personentrans-

port sind diese Vortheile noch größer, da man gefunden hat, daß die Nutzkraft der Pferde sich in dem Verhältniß vermindert, daß man sich einer Geschwindigkeit von 16 Kilom. in der Stunde nähert, eine Gränze, an der sie gänzlich aufhört. Die Nutzkraft der Pferde ist am vortheilhaftesten, wenn sie nur mit einer Geschwindigkeit von 4½ bis 5 Kilom. laufen.

Seit der Erbauung des Atlantique sind bei den Maschinen neuere Vervollkommnungen angebracht, wodurch die Ursachen der Reibung und damit die Ausgaben bedeutend vermindert worden sind und die Räder eine größere Stabilität erlangt haben. Einige von diesen Rädern haben schon 9000 Lieues durchlaufen, ohne irgend eine Reparatur nöthig gehabt zu haben. Ein so günstiges Resultat ist hauptsächlich durch einen Schmiedeeisernen Reif erreicht, der um die Mitte der gußeisernen Felgen gelegt worden ist und wodurch man im Stande gewesen ist, diesem wesentlichen Theile der Räder eine große Härte zu geben.

Man verbrennt bei diesen letztern Maschinen nur Anthracit, ein sehr vortheilhafter Umstand, weil dabei die Reisenden weder von dem Rauch noch von der glühenden Asche belästigt werden, welche der Luftzug gewöhnlich gegen die Wagen treibt.

Folgendes ist die Beschreibung der Locomotive „l'Arabe" die nach diesen neuesten Verbesserungen eingerichtet ist.

Sie ist mit einem Kessel versehen, der dem oben beim „Atlantique" beschriebenen ähnlich ist. Er hat mit 1 Met. 32 Centim. im Durchmesser, ist 1 Met. 61 Centim. hoch. Der Durchmessers des Ofens beträgt 1 Met. 23 Centimet., die Höhe desselben 56 Centim. Es sind 400 Siederöhren vorhanden, deren Durchmesser am untern Ende 3 Cent. und am obern Ende 2½ Cent. beträgt. Sie sind 79 Centimeter lang, von denen 15 bis 17 Centim. über die Oberfläche des Wassers in dem Kessel vorspringen. Der obere Theil des Kessels ist um 27 Centimeter auf einem gewissen Theile der Oberfläche gedrückt und nimmt die Enden der Röhren auf, gewissermaßen im Innern des Condensators ein cylindrisches

Reservoir von heißer Luft bildend, welches sich von den Röhren bis zu dem Gipfel des Kessels ausdehnt und unmittelbar mit dem Rauchfang in Verbindung steht, welcher zu dem Ende unten etwas erweitert und mit den cylindrischen Wänden des heißen Luft-Behälters verbunden ist. Die Kaminröhre kann nach Belieben weggenommen werden, so daß man alsdann die Siederöhren sehen kann, die nach Erfordern ausgewechselt werden können.

Die Condensatoren haben 30 Centim. Durchmesser und 58 Centim. Kolbenspiel. Die Bewegung wird den Kurbelstangen eines jeden Rades unmittelbar mitgetheilt. Die Federn sind unter dem Gerüst angebracht, auf welchem der Wagen ruht, und die Wirkung der Dämpfe kann nach Belieben, an beiden Räderpaaren zugleich in der Richtung geändert werden. Die Aufhängungspunkte, an denen die Reibung wirkt, haben ebenfalls mehrere Vervollkommnungen erhalten.

Die Mittel zur Fortleitung der Dämpfe sind ebenfalls verändert werden; sie geschieht durch die Leitcylinder, indem sie zuvörderst im Innern des Kessels niedergehen und mit den Cylindern selbst in Berührung kommt, so daß sie mit dem möglichst geringsten Verlust durch die Condensation hierin gelangt. Die Dämpfe, welche bei dem Uebergange von den Cylindern zum Ventilator oder Gebläse verloren gehen, werden zwischen einer kreisförmigen, den Kessel umgebenden Leitung, welche die Speiseröhre für die Wasserpumpen enthält, geleitet. Hierdurch gelangt das Wasser mit einer schon hohen Temperatur in den Kessel. Die Wirkung des Gebläses steht unter Aufsicht des Maschinisten, welcher dieselbe nach Belieben verstärken oder vermindern kann.

Die der glühenden Einwirkung des Feuers ausgesetzte Oberfläche, beträgt ohngefähr 2,74 Quadratmeter und die ganze Oberfläche der Röhren, welche mit der heißen Luft in Berührung steht und in denen sie fort geleitet wird, 27,40 Quadratmeter, die ganze der Einwirkung des Feuers unterworfene Oberfläche, daher 30,14 Quadratmeter. Mit einem solchen System von Siedröhren und Oefen können die Dämpfe

mit einer hinlänglichen Schnelligkeit und in hinreichender Menge erzeugt werden, um die Cylinder, so groß wie sie sind, und mit einem Kolbenspiel von 8,55 Met., unter einem Druck von 22,5 Kilogr. oder 3½ Atmosphären auf 0,0006 Quadratmetern Oberfläche und zu jeder Geschwindigkeit auf Eisenbahnen fähig, zu speisen. Dieß ist das Resultat des Versuches, dem diese Maschine mit einer Geschwindigkeit von 19 Kilometern (2½ preuß. Postmeilen) in der Stunde, unterworfen worden ist. Auf einem ganz ebenen Theil der Bahn, war sie im Stande einen Zug zu bewegen, dessen ganzes Gewicht, mit Einschluß der Wagen, der Maschine und des Munitionswagens 112¾ Tonnen betrug. Mit diesem Zuge, jedoch mit einer verminderten Geschwindigkeit, konnte sich die Maschine auf solchen Theilen der Bahn bewegen, die Steigungen von mehr als 3 Millimet. auf 1 Meter (0,4 Linien auf 1 Fuß) und Krümmungshalbmesser von 300 Metern haben.

Die Locomotive l'Arabe wiegt, nebst dem erforderlichen Brennmaterial und Wasser, 7½ Tonne, von denen 3 Tonnen 856 Kilogr. auf den vordern und 3 Tonnen 644 auf den hindern Rädern ruhen. Diese Vertheilung des Gewichts ist vortheilhaft und verhindert bis zu einem gewissen Punkt die Ursachen der Zerstörung der Bahn, welche ihren Grund in einer ungleichen Vertheilung der Last auf den Rädern haben und verleiht der Maschine eine bedeutendere Adhäsionskraft, so daß sie ihre ganze Zugkraft benutzen kann. Diese Maschine Abhänge von $^1/_{30}$ hinangegangen.

Die Versuche auf der Ohio-Eisenbahn haben bewiesen, daß es nicht vortheilhaft sey mehr als 2 Tonnen unmittelbar auf jedem zu bewegenden Rade ruhen zu lassen, der Grad der Vervollkommnung den man bei der Konstruktion der Räder, oder der Schienen zu erreichen im Stande ist, sey welcher er wolle. Hat man aber bei dem einen oder dem andern dieser wesentlichen Theile der Eisenbahnen nicht erreicht, so dürfte das Gewicht, wenn es möglich ist, 1½ Tonnen nicht übersteigen.

Was nun die Konstruktion der Personen-Transportwagen betrifft, so hat man bei denselben auch einige Verbesserungen angebracht, die darin bestehen, daß man sie auf 8 Räder stellt. Es erfolgt daraus eine sanftere Bewegung für die Reisenden und eine Erleichterung für die Schienen, weil die Belastung weit gleicher vertheilt ist. Endlich können die Personenwagen wohlfeiler hergestellt werden, als die vierrädrigen und haben auch geringere Reparaturkosten. Durch die Anwendung von 4 Räderpaaren können dieselben einander so nahe gebracht werden, als es nur geht, daß sie sich gegenseitig nicht hindern; auch können sie auf diese Weise die Krümmungen leichter durchlaufen. Die Wagen haben mehrere Abtheilungen und es können in denselben 8 bis 12 Personen bleiben.

Die angewendeten Räder haben 76 Centimeter (2 Fuß 5 Zoll) Durchmesser und 12 Speichen. Der um die Felgen gelegte Ring besteht aus 12 Millimeter (5½ Linien) starken Drathe; er ist ohngefähr 12 Millim. von dem äußeren Rande entfernt, eingelassen.

Die Räder für die Transportwagen wiegen 100 Kilogr. und die für die Personenwagen 117 Kilogr.

Ehe wir aber nun zu der Betrachtung der Eisenbahnen im Staate von Süd-Carolina übergehen, theilen wir hier erst zuvörderst einen Bericht an den Stadtrath zu Baltimore über eine andere neue verbesserte Locomotive auf der Baltimore-Ohio-Eisenbahn mit. Der Bericht ist am 24. März 1836 datirt, und wir entlehnen denselben aus Nr. 29. des „Eisenbahn-Journals" von Fr. List für 1836.

Ihr Commité verließ Baltimore, begleitet von einem Commité des Direktoriums der Baltimore- und Ohio-Eisenbahn und der Handelskammer; im Ganzen bestand die

Gesellschaft aus 42 Personen, und der Zug außer der Dampfmaschine und dem Munitionswagen, aus einem achträdrigen 44 Personen fassenden Passagierwagen und drei vierrädrigen, jeder 17, also zusammen 51 Personen fassenden. Zum Behuf der anzustellenden Probe, hatte der Ingenieur die Weisung erhalten, an der 42 englische Meilen von Baltimore entfernten schiefen Fläche Nro. 1 den großen Passagierwagen auszuspannen und mit den übrigen drei, mit 50 Personen belastet, die Steigung hinaufzufahren. Aber im Vertrauen auf die Kraft jener Maschine befuhr der Ingenieur diese schiefe Fläche mit demselben Wagenzuge ohne anzuhalten. Die auf der Ebene gewonnene Kraft ward in den ersten 300 Fuß der Steigung erschöpft, und von da an ging die Maschine mit einer Schnelligkeit von 4 bis 5 Meilen (1 deutsche Meile) pr. Stunde, vermehrte jedoch dieselben im Ansteigen. Die schiefe Fläche Nro. 1 ist 2150 Fuß lang, und steigt in 2050 Fuß 197 Fuß pr. Meile und in den übrigen 100 Fuß 201 Fuß pr. Meile. Von der ersten zur zweiten schiefen Fläche fuhr der Zug mit der gewöhnlichen Schnelligkeit. Letztere ist 3000 Fuß lang und steigt auf den ersten 2800 F. 170 Fuß pr. Meile, auf den folgenden 100 Fuß 227 Fuß pr. Meile und auf den letzten 100 Fuß 264 Fuß pr. Meile. Diese Steigung ward von der Maschine mit einer Schnelligkeit von 5 bis 6 Meilen überwunden, aber 30 Fuß von dem höchsten Punkte stand sie stille. Die drei kleinen leeren Wagen mit einem Gewichte von 5 Tonnen 1 Zentner wurden nun abgespannt, worauf die Maschine mit dem übrigen Gewichte, ohne irgend eine Beihülfe mit der größten Leichtigkeit die schiefe Fläche vollends erstieg. Der Dampf entwich auf dem höchsten Punkte in eben so großer Masse aus dem Sicherheits-Ventile, wie am Fuße der schiefen Fläche. Nach urkundlich angestellter Abwägung war das Gewicht der einzelnen Bestandtheile des Wagenzuges folgendes:

Der Maschine	8	Tonnen	10	Zentner
Des Tenders	4	„	7	„
				12 T. 17 Ztr.
Des achträdrigen Wagens	4	„	17	„
Der 45 Passagiere . .	3	„	1	„
				7 T. 18 Ztr.
				20 T. 15 Ztr.
Der drei kleinen Wagen . . .				5 T. — Ztr.
				= 25 T. 18 Ztr.

Demnach zog die Maschine auf den bis 227 Fuß betragenden Steigungen der schiefen Flächen ein Brutto-Gewicht von 25¾ Tonnen und auf der 264 Fuß betragenden letztern Steigung ein Brutto-Gewicht von 20¾ Tonnen, ohne alle Beihülfe der durch den schnellern Lauf auf der Ebene gewonnenen Kraft. Auf dem höchsten Punke würden zwei mit Rohreisen beladene Wagen mit einem Gesammtgewichte von 8 Tonnen hinzugespannt, so daß das ganze Gewicht des Wagenzuges 33¾ Tonnen betrug, womit die Maschine auf dem Rückwege nach Baltimore die vorgenannten schiefen Flächen nicht nur ohne Anwendung von Bremsen und Aufhaltern in beliebiger Schnelle herabfuhr, sondern auch um ihre Kraft zu zeigen und darzuthun, wie sehr man sie in der Gewalt habe, wiederholt mitten auf den schiefen Flächen angehalten wurde.

Es ist fast überflüssig zu bemerken, daß ihr Comité über diese Resultate erstaunt ist, und daß es nach diesen Erfahrungen die Ueberzeugung hegt, die Maschinen der Baltimore- und Ohio-Eisenbahn seyen im Stande, Steigungen von 200 bis 250 Fuß in der Meile (1 in 23¾ bis 26) mit 50 Passagiern mit Leichtigkeit zu befahren.

Hieraus erhellt, daß die Leistungen dieser Maschinen die der besten englischen weit übertreffen, und daß es der Balti-

more = und Ohio = Eisenbahn = Compagnie vorbehalten war, Maschinen herzustellen, die mit einer bis jetzt nicht gekannten Riesenkraft die wichtigen Eigenschaften der Schnelligkeit, Dauer, Leichtigkeit der Reparaturen und der Anwendung der Anthracit = Kohle als Brennmaterial verbinden. Ihr Commité freut sich, bei dieser Gelegenheit die wichtigen Dienste anzuerkennen, welche die Baltimore = und Ohio = Eisenbahn = Compagnie dem Systeme der Eisenbahnen überhaupt und insbesondere dem der Stadt Baltimore geleistet hat. Die Meinung, daß die Alleghanischen Gebirge auf der Potomak = Route ohne stehende Maschinen überstiegen werden können, ist jetzt die allgemein herrschende, und Ihr Comité theilt dieselben vollkommen. Ungeachtet aus England einige der besten Maschinen, die je dort gebaut, von den vereinigten Staaten importirt wurden, existirt vielleicht, mit Ausnahme der von der Baltimore = und Ohio = Compagnie erbauten, nicht eine einzige in dem ganzen Umfunge der Union, welche fähig wäre, die auf dieser bergigen Route vorkommenden Krümmungen und Steigungen mit Vortheil zu passiren. Die Natur hat viel für den Verkehr von Baltimore gethan, aber die Baltimore = und Ohio = Eisenbahn = Compagnie ist nicht hinter ihr zurückgeblieben.

Ihr Comité fühlt sich um so mehr verpflichtet, diese Verdienste öffentlich anzuerkennen, als es dadurch Gelegenheit erhält, den amerikanischen Mechanikern, die ihre Fähigkeiten und Geschicklichkeiten bei dem Baue der befraglichen Maschinen auf so glänzende Weise erprobt und gezeigt haben, daß in diesem wie in jedem andern Fache menschlicher Industrie ihr Erfindungsgeist des höchsten Aufschwunges fähig ist, Gerechtigkeit widerfahren zu lassen. Nur erst wenige Jahre sind verflossen, seitdem die öffentliche Meinung an die Baltimore = und Ohio = Eisenbahn = Compagnie das Ansinnen gestellt hat, dem Beispiele ihrer Nachbarn zufolge, ihre Maschinen zu importiren; damals ward ihre beharrliche Weigerung, obgleich aufs Beste begründet, als Thorheit und Eigensinn verschrien. Der Erfolg hat sie nun vollkommen gerechtfertigt und dar=

gethan, wie sehr ihre Hoffnung, die Geschicklichkeit der Mechaniker dieses Landes werde bessere und zur Befahrung der Baltimore = und Ohio = Eisenbahn geeignetere Maschinen, als die englischen produciren, begründet gewesen ist.

Die Leistungen der Locomotive beruhen auf drei Dingen: 1) auf dem Gewichte, welche ihr die erforderliche Adhäsionskraft an die Schienen giebt; 2) auf der Fähigkeit der Cylinder, diese Adhäsioskraft in ihrer höchstmöglichen Ausdehnung zu benutzen; 3) auf der Fähigkeit des Dampferzeugers, die Cylinder mit einer ihrer Capacität entsprechenden Menge Dampf zu versehen. Wo die Dampfkraft nur auf ein paar Räder wirkt, da wird vorausgesetzt, das ganze Gewicht ruhe gleichmäßig auf allen vier Rädern nur die halbe Adhäsion benutzt. Die englischen Dampfmaschinen treiben nur ein paar, die der Baltimore = und Ohio = Bahn beide Paare; bei gleichem Gewichte und hinreichender Erzeugung von Dampf muß daher die letztere noch einmal so viel leisten, als die erstere.

Je größer nach Maß und Durchmesser der Cylinder, desto größer die Kraft, vorausgesetzt, daß es an dem erforderlichen Dampf nicht fehlt, nun halten aber die Cylinder der Baltimore = Maschinen 12½ Zoll Durchmesser und 22 Zoll Stoß, die englischen dagegen selten mehr, als 10 oder 11 Zoll Durchmesser und 17 bis 18 Zoll Stoß; die ersteren sind folglich bei Weitem die wirksamern, wovon man sich durch die tägliche Erfahrung überzeugen kann. Endlich die Dampferzeuger betreffend, so beträgt die Zahl der Röhren in den Baltimore = Maschinen vierhundert, während die englischen selten mehr, als 120 enthalten; es wird also bei gleich starkem Feuer in diesem Verhältniß durch die ersteren mehr Dampf producirt, und zu dem gewinnen die Dampferzeuger an Dauerhaftigkeit in außerordentlicher Weise. Nach neunmonatlichem unaufhörlichem Gebrauche sind die Baltimore = Dampfwagen noch so vollkommen, wie am ersten Tage, während man an den englischen unaufhörlich zu repariren hat.

Ihr Comité führt diese Thatsachen, die Jedermann verständlich seyn müssen, in der Absicht an, um darzuthun

daß die größeren Leistungen der Baltimore-Maschine, im Vergleich mit den englischen, nicht blos zufällige oder eingebildete, sondern in wirklich verbesserter Anwendung der mechanischen Principien begründete sind.

Die Maschinen werden von den Herren Gillingham und Winans in der Fabrik der Compagnie verfertigt. Beide Herren waren viele Jahre in den Diensten der Compagnie, bevor sie Contractors wurden. Ihnen und dem verstorbenen Phinehas Davis, dem früheren Contractor, hat man die erwähnten Vervollkommnungen der Baltimore-Maschinen zu verdanken. Ihr Etablissement ist ein sehr bedeutendes, es beschäftigt fortwährend 100 Arbeiter und ist an und für sich selbst durch die Arbeit die es veranlaßt, und das Gold, welches dadurch in Circulation gesetzt wird, ein dem Lande ungemein nützliches.

Die Compagnie hat ein Verkaufsrecht auf die Fabrikate dieser Anstalt und bezahlt 5000 Dollars für die Maschine. Die Reparationen werden nach Verhältniß des dadurch verursachten Zeitaufwandes bezahlt. Die Kosten der Fabrik werden von den Contractors bestritten, die auch für andere Leute arbeiten, in so weit ihre Dienste nicht von der Compagnie in Anspruch genommen werden. Die ursprüngliche Anlage des Etablissements hat der Compagnie 10,000 Dollars gekostet, ein Aufwand, der ihr längst durch den geringeren Preis der Maschinen, die bereits bewirkten Verbesserungen und durch die aus der Nähe der Anstalt erwachsende Bequemlichkeit und Förderung der Arbeit ersetzt worden ist.

In dem letzten Jahresberichte der Baltimore- und Ohio-Eisenbahn-Compagnie ist der außerordentlichen Leistungen der Baltimore-Maschinen bereits häufige Erwähnung geschehen, und man hätte denken sollen, diese Berichte würden allen Glauben verdienen. Dennoch sind, namentlich in Beziehung auf die Uebersteigung des Paar-Bergrückens, der Ungläubigen nicht wenige gewesen, was hauptsächlich daher rühren mochte, daß jene Angaben alle bisherigen Erfahrungen über-

trafen, oder mit andern Worten, daß sie, wie die Phrase geht, „zu gut waren um wahr zu seyn."

Ihr Committé hat sich nun von diesen Leistungen durch den Augenschein überzeugt, und sie freut sich in dieser Beziehung zu Gunsten von Erfolgen, die unserm Vaterlande und den Beförderern vaterländischer Talente so sehr zum Ruhme gereichen, öffentliches Zeugniß ablegen zu können.

Man könnte das hier Gesagte für übertrieben halten, da diese Resultate alles weit übertreffen, was bis jetzt rücksichtlich der Grenze der Wirkung eines Dampfwagens bei Ansteigen des Terrains allgemein angenommen wurde; allein aus einem später eingelaufenen, und in öffentlichen Blättern mitgetheilten Schreiben des sächsischen Consuls Brauns zu Baltimore geht hervor, daß das in dem Bericht Gesagte auf der strengsten Wahrheit beruht, daß von den neuen Locomotiven wirklich Steigungen von 1 auf 25 (bisher hielt man 1 auf 96 für die Grenze) mit Leichtigkeit, obschon natürlich mit verminderter Geschwindigkeit, überwunden werden.

Staat von Süd-Carolina.

Das Bedürfniß einer Verbindung mit dem Westen, wurde von den Bewohnern der südlichen Staaten eben so sehr gefühlt, wie von denen der nördlichen und es entstanden daher die folgenden Eisenbahnlinien:

Einfache Eisenbahn von Charleston nach Augusta.

Diese Bahnlinie hat im Allgemeinen eine Richtung von Osten nach Westen und durchschneidet ein sumpfiges, von vielen großen Flüssen durchströmtes Terrain. Man hat sich daher genöthigt gesehen, eine eigenthümliche Konstruktion anzunehmen, die in einer Art von fortlaufender Brücke besteht, die ohngefähr 1,82 Meter ($5^3/_4$ Fuß) über der Erdoberfläche liegt. Diese Konstruktion ist um so vortheilhafter

befunden worden, da die Gegend einen Ueberfluß an vortrefflichem Bauholz hat; sie ist auch um so wohlfeiler, da die Eisenbahn sogleich nach ihrer Vollendung benutzt werden konnte, welches nicht der Fall gewesen seyn würde, wenn man Aufschüttungen von Dämmen angewendet hätte, die sich nothwendig erst setzen mußten. Die nothwenigen Aufschüttungen, werden erst nach und nach ausgeführt werden, wobei man sich der Eisenbahn selbst zu dem Transport der Berge bedient. Auf diese Weise werden alle Dämme die erforderliche Festigkeit erlangt haben, sobald eine Auswechselung der hölzernen Gerüste erforderlich seyn wird.

Die Ströme werden auf hölzernen Brücken überschritten, die in der Mitte Oeffnungen zum Durchlassen der Fahrzeuge haben. Im westlichen Theile der Bahn mußte eine Höhe von 110 Met. durch eine geneigte Ebene von $^1/_{13}$ überstiegen werden; auf den übrigen nicht horizontalen Theilen der Bahn, beträgt das Maximum der Steigung $^1/_{150}$ und das Mittel $^1/_{200}$. — Nur auf der geneigten Ebene und in den 16 Ausweichungen ist die Bahn doppelt.

Die ganze Länge der Bahn beträgt $54^1/_2$ Lieue (32,7 deutsche Meilen); die Breite mit Einschluß der Gräben 4,88 Met. ($15^1/_3$ Fuß), die der Bahn nnr 2,74 Met. (8 Fuß $8^3/_4$ Zoll). Krümmungen hat die Bahn wenige.

Auf dem Scheitelpunkt der Rampe stehen zwei Dampfmaschinen, von denen eine jede eine Kraft von 25 Pferden hat. Beide wirken auf eine Kurbel und können eine Totallast von ohngefähr 36 Tonnen mit einer Geschwindigkeit von 66,6 Met. in der Minute (4 Lieues in der Stunde) aufwärts bewegen.

Der Mechanismus, wodurch der Aufzug bewirkt wird, ist sehr vereinfacht, so daß der letztere sehr regelmäßig erfolgt. Das Seil wickelt sich um eine, mit einer Spur versehenen Scheibe, welche an einer senkrechten Welle sitzt und deren eines Ende mit einem Zahnrade versehen ist. Zwei senkrecht aufeinander stehende Cylinder theilen ihm die Bewegung mit,

die auf diese Weise sich ausgleicht und ein Schwungrad unnöthig macht.

Der Kessel besteht aus zwei verschiedenen Abtheilungen, welche durch einen Sperrhahn mit einander in Verbindung stehen, so daß jeder Theil unabhängig von dem andern benutzt und der eine reparirt werden kann, während der andere im Betriebe ist.

Die Cylinder und die Dampfleitungen sind ebenfalls mit Sperrventilen versehen, die denselben Zweck haben, so daß diese Maschine gewissermaßen doppelt ist. Eben so hat man auch stets einen Vorrath von solchen Maschinentheilen, die einer augenblicklichen Auswechselung bedürfen, so daß man gegen jede Unternehmung beim Betriebe der Rampe gesichert ist.

Bei der Erbauung der Bahn hat man sich gänzlich nach der Beschaffenheit des Terrains gerichtet.

Auf Thon und Sand, da wo keine Dammarbeiten erforderlich waren, hat man das Terrain blos nach dem Nivellement gebaut, zu beiden Seiten Gräben gezogen und dann 1,97 Met. (6 Fuß $3^1/_3$ Zoll) von einem Mittelpunkt zum andern, Querbalken gelegt, die 3 Meter lang, 30 Cent. hoch und 25 Cent. breit sind und aus Fichtenholz bestehen. Auf diesen Querbalken liegen längs der Bahn 15 Cent. breite und 25 Cent. hohe Schwellen, auf denen die platten Schienen befestigt sind. Zwischen beiden Schwellen ist eine abgerundete Bahn aufgeschüttet, so daß die Querbalken ganz bedeckt sind.

Da wo Durchschnitte gemacht worden sind und das Terrain minder fest war, hat man unter die Querbalken erst noch einmal Längenbalken gelegt. Dieselbe Art der Construktion hat man auch auf der Rampe angewendet, jedoch mit Hölzern von stärkern Dimensionen.

Da wo das Terrain morastig ist und wo ein Damm nöthig gewesen wäre, hat man 25 bis 38 Cent. ($9^1/_2$ bis $14^1/_2$ Zoll) starke Pfähle 1,22 Meter (3 Fuß $10^2/_3$ Zoll) tief in

die Erde getrieben und zwar das dünnere Ende nach unten. Die Pfähle stehen der Länge nach 1,97 Meter (6¼ Fuß) und der Breite nach 1,83 Meter (5 Fuß 10 Zoll) von einander. In dem Terrain, welches weniger Widerstand leistete, sind die Pfähle bis auf 7,61 Meter (24¼ Fuß) Tiefe hereingetrieben. Es geschah dieß mittelst einer Rampe von 10,67 Met. (34 Fuß) Höhe, deren Gestell auf starken Rollen ruhete, so daß sie von einem Punkt zum andern bewegt werden konnte. Der Rammblock wog 450 Kilogr. (945) mit einem freien Fall bei den letzten Schlägen von 6 Meter (19 Fuß) und trieb die Pfähle auf einen Schlag nie tiefer, als ungefähr 2 Zoll.

Es muß große Sorgfalt bei der Rammarbeit angewendet werden, um ein glückliches Resultat zu erlangen. Die Pfähle wurden ohne Zuspitzung oder Armirung in 3¼ Fuß tiefe Löcher gesetzt und auf diese Weise eingetrieben, wodurch sie eine größere Stabilität erlangten. Die Pfähle sind endlich oben in bestimmter Höhe abgeschnitten und paarweise durch 2,74 Meter lange und 23 Centim. im Quadrat starke Querbalken, die mit jenen verzapft worden, verbunden. Auf diesen Querbalken liegen die Unterlagen für die Schienen, welche 15 Cent. breit, 25 Cent. hoch und nie weniger, als 6 Meter lang sind. Sie liegen in Einschnitten in den Querbalken und sind noch durch Keile auf dieselben befestigt. Die innere Kante der Unterlagen ist abgestumpft und die innere Kante der Schienen kann daher etwas überstehen.

An einigen Punkten stehen die Pfähle 4,57 Meter (11 Fuß 10½ Zoll über dem Boden und sind daher außerhalb mit Strebepfählen versehen, die oben in die senkrechten Pfähle eingezapft sind, unten auf dem Boden gegen kurze Pfähle treten, die ungefähr 8½ Fuß von den senkrechten entfernt, in den Boden getrieben sind.

Beträgt die Erhöhung der Bahn über dem Boden noch nicht 3 Meter (9½ Fuß), so ist zwischen den beiden senkrechten Pfählen eine Strebe, von dem Boden auf der einen Seite bis zu dem obern Punkt auf der andern Seite, einge-

lassen. Liegt die Bahn höher über dem Boden, so hat man zwei Streben angewendet, die einander durchkreuzen. Beträgt diese Erhöhung sogar 5½ Meter (17½ Fuß), so hat man zuerst drei Pfähle in den Boden gerammt, diese dicht über der Bodenoberfläche mit einem Querbalken verbunden. Auf denselben sind zwei Pfeiler eingezapft, welche oben den Querbalken tragen, auf welchem die Unterlagen der Schienen liegen und die eine schräge Stellung haben und gegen welche auf jeder Seite ein eben so schräg stehender Strebepfeiler aufgerichtet ist.

Die Schienen sind 2¼ Zoll breit, ½ Zoll stark und 3 bis 4½ Meter lang. Auf den hölzernen Unterlagen sind sie mittelst eiserner Nägel befestigt.

Die Ausweichungen liegen 11 Kilomet. (2920 Ruthen) von einander entfernt. Ihre Länge mit einer Krümmung von mindestens 232 Meter Halbmesser beträgt 180 Met. In der Mitte sind sie 9,14 Met. von der Hauptbahn entfernt. Daselbst ist eine Wasserpumpe vorhanden, um die Munitionswagen mit neuen Speisewassern zu versehen, so wie auch Schuppen zur Aufbewahrung des Brennmaterials. An jedem Ende der Ausweichungen sind die Schienen beweglich. In der Mitte einer jeden, ist eine kreisförmige Scheibe befindlich, mittelst der man von einem Zuge diejenigen Wagen, in senkrechter Richtung auf der Bahn, nach den Magazinen führen kann, welche für diese Station bestimmt sind. — Die Anlagekosten der Bahn haben auf das laufende Meter 32 Fr. betragen.

Die bewegende Kraft bilden Dampfwagen, die sich mit einer Geschwindigkeit von 12 und 20 Kilomet. in der Stunde bewegen. Diese Maschinen sind theils aus den englischen Fabriken der Herren R. Stephenson, E. Bury und Fenton eingeführt, theils in den vereinigten Staaten selbst angefertigt.

Man hat es auszumitteln gesucht, ob es vortheilhaft sey, Maschinen mit 6 und 8 Rädern, statt mit 4 anzuwen-

den und man hat sich anfänglich für jene erklärt, indem dadurch den Ursachen der Zerstörung der Bahn vermindert würden. Hauptsächlich hat man aber den Punkt festgehelten, daß Brüche und Abnutzung der Schienen mit der Schnelligkeit der Bewegung in einem furchtbaren Verhältniß zu nehmen und daß es daher zweckmäßig sey, die Geschwindigkeit für den Transport der Kaufmannsgüter auf 12 oder 13 Kilometer ($3^1/_2$ Lieues, 2,1 deut. Meilen und für den Personentransport auf 25 Kilom. ($8^1/_4$ Lieues, $2^1/_2$ d. Meilen) in der Stunde, zu beschränken. — Die Actien der Gesellschaft haben einen Stand von 115%.

Uebrigens ist diese Eisenbahn nur der erste Theil von einer großen projectirten Eisenbahnlinie zwischen dem Atlantischen Meere und dem großen Mississippithal.

Einfache Eisenbahn von Decatur nach Tuscumbia.

Diese Bahn, welche zuvörderst nur ein locales Interesse hatte, wird ebenfalls eine Stelle in der projectirten Verbindung des Atlantischen Meeres mit dem Mississippi einnehmen.

Es ist der ungeheure Vortheil dieser großen Eisenbahn-Linien, welche die neue Welt in allen Richtungen durchschneiden, daß bei ihrer Vollendung jeder einzelne Staat der Union interessirt, und daß sie demnach ein Punkt der Verbindung zu vereinigten Anstrengungen zu einer Sache von so reichen Resultaten und einer Zukunft der Stabilität für die schönen Institutionen dieser ungeheuren Familie ist.

Die ganze Länge dieser Bahn beträgt $18^1/_8$ Lieues (11 deutsche Meilen), das Maximum der Steigung $^1/_{211}$. Es ist eine Rampe erforderlich gewesen. Die Unterlagen der platten Schienen, welche aus Cedernholz bestehen, ruhen auf eben solchen Querbalken. Die Anlagekosten haben nur 15 Fr. auf das Meter betragen. Die bewegenden Kräfte

sind Dampfwagen, die sich mit einer Geschwindigkeit von $7^1/_2$ Lieues in der Stunde bewegen.

Mit dieser Hauptlinie werden sich in der Folge mehrere Nebenlinien verbinden.

Man findet in der Ausführung aller der Eisenbahnen, die sich in westlicher Richtung, als Ergänzung des großen Verbindungssystems der Atlantischen Hauptlinie, einen neuen Beweis von dem Satze, daß die Vollendung einer großen Eisenbahn-Linie, stets sich daran knüpfende, locale Verbesserungen nach sich zieht und auf diese Weise alle einzelnen Unternehmungen gewissermaßen fruchtbar macht, indem man sie dem National-Vortheil zukehrt. So muß denn überall der Grundsatz festgehalten werden, daß ehe man locale und partielle Verbesserungen macht, man zuvörderst alle möglichen Mittel anwenden müsse, um große, ununterbrochene Linien zu bilden, d. h. solche, die, indem sie Verbindungen zwischen entfernten Gegenden herstellen, dieselben während allen Jahreszeiten erhalten können und sich einen steten Transport auf allen Punkten ihrer Entwickelung sichern werden.

Indem die amerikanische Union nach diesen Grundsätzen verfuhr, zeigen sich jetzt auf der ungeheuren Ausdehnung ihres Gebiets, die riesenhaftesten und die nützlichsten Denkmähler der neuern Civilisation.

Wir beschließen diesen Theil der Abhandlung über die Amerikanischen Eisenbahnen mit einer synoptischen Tabelle der wichtigsten Data von allen hierher gehörigen Bahnen, so wie mit einer allgemeinen Uebersicht aller, zur Zeit des Aufenthalts von dem Hrn. Poussin, in Nordamerika ausgeführten, oder in der Ausführung begriffenen Eisenbahnen.

Synoptische Tabelle der Eisenbahnen, welche die Atlantischen Linien gegen Westen bilden.

Vollendete Arbeiten.

Längen.		Anlagekosten a. d. Met.		Gewicht der Schienen.
Doppelte Bahn.	Einfache Bahn.	Mit Tragsteinen.	Mit hölzern. Unterlagen.	
Meter.	Meter.	Fr.	Fr.	Kilogr.
„	69,603	„	69	19,69
41,029	„	106	„	19,55
25,625	„	296,50	„	5,70
„	34,439	„	46	6,87
„	46,308	„	38	6,87
131,320	„	132,24	„	18,70
59,000	„	234	„	19,70
„	10,500	135	„	18,
„	66,000	„	83	16,
37,000	„	108	„	16,
„	44,160	„	63	5,70
132,000	„	„	141	18,
„	218,866	„	32	5,70
„	72,565	„	15	5,75
Meter	Meter	Durchschnittliche Anlagekosten Doppelbahn, Tragsteine 170,25 Fr.		
425,974	562,441	Durchschnittliche Anlagekosten, Doppelbahn, auf Holz 141 Fr.		
988,415 M.		Durchschnittliche Anlagekosten, einfache Bahn, auf Holz 69 Fr.		

In der Ausführung begriffene Arbeiten.

Meter.	Meter.		Fr.	Kilogr.
„	39,428	„	37,50	6,87
„	44,033	„	34,	5,15
„	35,398	„	80,	16,25
„	65,061	„	77,	19,42
„	31,784	„	126,	18,
367,000	„	„	120,	18,
367,000 M.	215,704 M.	Durchschnittliche Anlagekosten, einfache Bahn 71 Fr.		
582,704 M.				

Wir bemerken, daß wir mit Wissen und Willen einige sowohl bereits ausgeführte, als auch in der Ausführung begriffenen Eisenbahnen, im Innern des Landes und besonders solche unberücksichtigt gelassen haben, deren Gegenstand eine direkte Verbindung zwischen den Becken des Mississippi oder des Ohio und der Uferländer ist. Diese Bahnen und ihr Zweck sind noch zu wenig bekannt, um sie speziell beschreiben zu können.

Wir beschließen nun diese Arbeit über die Eisenbahnen in den Vereinigten Staaten mit einer summarischen Uebersicht ihrer ganzen Entwickelung, so wie ihrer Anlagekosten auf das laufende Meter.

Demnach beträgt 1) die Totallänge der doppelten Eisenbahnen mit Tragstein . . . . . 392,142 Met.
oder 98 Lieues, deren durchschnittliche Anlagekosten 166 Fr. betragen. Das Gewicht der Schienen wechselt von 5,70 bis 19,70 Kilogr. das Meter und beträgt im Durchschnitt 16,50 Met.

2) Die Totallänge der doppelten Eisenbahnen mit hölzernen Unterlagen . . . . . 228,824 Met.
oder $57^{1}/_{8}$ Lieues, deren durchschnittliche Anlagekosten 144 Fr. das laufende Meter betragen. Das Gewicht der Schienen wechselt von 6,87 bis 18 Kil., das mittlere Gewicht beträgt 13,54 Kilogr.

3) Die gange Länge der einfachen Eisenbahnen mit hölzernen Unterlagen beträgt . . . 798,990 Met.
oder $199^{6}/_{8}$ Lieues, deren durchschnittliche Anlagekosten 54 Fr., das Gewicht der Schienen von 5,25 bis 19,69 Kil., das durchschnittliche 9,12 Kilogr.

4) Die ganze Länge der in der Ausführung begriffenen doppelten Eisenbahnen mit hölzernen Unterlagen beträgt . . . . . 367,000 Met.
oder $91^{6}/_{8}$ Lieues, deren durchschnittliche

Anlagekoſten auf 120 Fr. das Meter veranſchlagt worden iſt. Das Gewicht der Schienen beträgt 18 Kilogr.

5) Die totale Länge der in der Ausführung begriffenen einfachen Eiſenbahnen mit hölzernen Unterlagen, beträgt . . . . . 546,097 Met.
oder $138^{1}/_{8}$ Lieues, deren durchſchnittliche Anlagekoſten zu 62 Fr. veranſchlagt worden. Das Gewicht der Schienen wechſelt von 4 bis 20 Kilogr.

Folglich beträgt die Totallänge der ausgeführten Eiſenbahnen . . . . . 1,409,956 Met.
oder $352^{2}/_{8}$ Lieues.

Die Totallänge der in der Ausführung begriffenen Eiſenbahnen . . . . . 913,097 Met.
oder $228^{1}/_{8}$ Lieues, ſo daß in ſehr kurzer Zeit in den Vereinigten Staaten 600 Lieues oder 360 deutſchen Meilen Eiſenbahnen vorhanden ſeyn werden.

Anhang III.

Indem wir in dem achten Kapitel des Werks „von den feſtſtehenden Dampfmaſchinen und der Bewegung auf den Bahnrampen" redeten, hatten wir nicht Gelegenheit, den Nachtheil derſelben gegen andere Mittel, zur Ueberwindung von Terrainſchwierigkeiten, durch Vergleichung darzuthun. Es geſchieht dieß nachträglich unter Benutzung einer, uns erſt ganz neuerlich zugekommenen, eben ſo wichtigen als inteſſanten Schrift: „Bericht über Projekt und Vorarbeiten zu der Anlage einer Eiſenbahn von Elberfeld über Hagen nach Witten." von L. Henz, königl. preuß. Waſſer-Baumeiſter. Mit einer Karte (Elberfeld 1836). Die Vergleichung iſt hier

mit besonderer Berücksichtigung der genannten, jedoch auch mit Hinweisung auf andere Eisenbahnen, durchgeführt worden.

Die beiden Thäler der Wupper und der Ruhr, welche durch die Elberfeld-Wittener Eisenbahn verbunden werden sollen, gehören einem gemeinschaftlichen Flußgebiete, dem des Rheines an, in dessen weiter Thalebene daß der Wupper bei Obladen, daß der Ruhr in der Nähe von Duisburg ausmündet, und zwar in einer Entfernung von etwa 6 Meilen. Der zwischen diesen beiden Flußthälern liegende Landstrich, welcher größtentheils dem bergisch-märkischen Fabrikdistrikt angehört, bildet einen in der Rheinebene stumpf auslaufenden Zweig der Gebirge des Süderlandes und Westerwaldes, welcher durch viele eingeschnittene Querthäler, wieder in eben so viel Seitenäste vertheilt wird.

Hieraus ergiebt sich, daß zwar eine Eisenbahn zwischen der Ruhr und der Wupper angelegt werden kann, welche keine zwischenliegende Höhe zu übersteigen hat; eine solche würde aber für den beabsichtigten Zweck ganz unpassend seyn, da sie beide Flüsse erst bei ihrem Eintritt in die Rheinebene erfassen, und nichts anders als eine Parallelstraße des Rheines seyn würde, welche den Fabrikdistrikt kaum berührte, viel weniger durchschnitte. In der Richtung von den reichern Kohlenfeldern der obern Ruhr nach Elberfeld, dem Mittelpunkt des gewerbreichen bergischen Landes, muß aber jeder Weg und jede Eisenbahn, den erwähnten Gebirgszweig übersteigen. Die Neigungen der Bahn bestimmen sich nun im Allgemeinen aus der Lage der zu verbindenden Punkte und des zu überschreitenden Wassertheiles, ihrer Entfernungen von einander und ihrer Höhenlage nach.

Wiederholte Messungen und Nivellements haben ergeben, daß:

die Ruhrthalsohle in der Nähe von Witten . 258,38 Fuß
der Wasserscheider zwischen Ruhr und Wupper in der Nähe von Gevelsberg bei Linderhausen . . . . . 942,62 Fuß

und

die Thalsohle der Wupper bei Elberfeld, in der Nähe des Schlachthauses . . . . . 466,23 Fuß über dem Spiegel der Nordsee, oder eigentlicher, über dem Nullpunkt des Amsterdamer Pegels liegt. Hieraus ergiebt sich, daß die Thalsohle der Ruhr bei Witten 207,85 Fuß niedriger liegt, als die der Wupper bei Elberfeld und daß der Scheitelpunkt des Gebirges dazwischen 684,24 Fuß über dem Ruhrthale und 476,39 Fuß über dem Wupperthale und den bezeichneten Punkten liegt. In der kürzesten Richtung gemessen, sind beide Endpunkte der Bahn gleich weit, nämlich zwei Meilen vom Scheitelpunkte entfernt, woraus sich schon im Allgemeinen verschiedene Neigungen auf beiden Seiten desselben ergeben und zwar die stärkere nach der Ruhr, die schwächere nach der Wupper zu. Angenommen, daß in der angedeuteten Richtung zwischen den drei bestimmenden Hauptpunkten, keine Hindernisse im Wege lägen, welche eine gleichförmige Vertheilung der Gefälle verhinderten, so würde nach den angegebenen Maaßen die mittlere Ansteigung von der Ruhr zum Scheitelpunkte in dem Verhältniß von 1 zu 70, und von der Wupper eben dahin in dem Verhältniß von 1 zu 101 stehen.

Dieß Ergebniß ist allerdings ein recht ungünstiges und zwar um so mehr, als gerade die nachtheiligste Ansteigung in der Richtung liegt, wo die, bei weitem größeren Transporte zu erwarten stehen. Die eifrigsten Vertreter des Eisenbahnverkehrs werden einräumen müssen, daß von einer Anlage mit so ungünstigen Neigungsverhältnissen, welche wohl den Namen einer Eisenbahn führen kann, ohne ihre Wirkungen zu leisten, Abstand genommen werden müsse, weil von derselben eben so wenig eine kräftige Förderung des Gemeinwohls als eine genügende Sicherheit für die aufgewendeten Capitalien zu erwarten steht.

Bis hierher sind indessen nur die Verhältnisse berücksichtigt worden, welche in der kürzesten Richtung einer Eisenbahnlinie, zu Gunsten oder zum Nachtheil derselben, stattfinden, ohne Berücksichtigung der Hülfsmittel, welche die

Kunst darbietet, um Terrainschwierigkeiten, sofern sie auf die Neigungsverhältnisse einer Bahn Einfluß haben, zu überwinden. Diese Mittel kennen zu lernen, ihre Wirksamkeit zu prüfen, und die Anwendbarkeit derselben in dem vorliegenden Falle zu erörtern, wird daher um so dringender nöthig, als ohne dieselben, wie eben gezeigt worden, an der Ausführung einer, den Anforderungen entsprechenden Bahn, kaum zu denken ist. Diese Rücksicht wird es dann auch entschuldigen, wenn dieser Gegenstand hier ausführlicher behandelt wird, als die Grenzen eines Berichts es zu gestatten scheinen.

Die eben erwähnten Mittel zur Verbesserung oder Ueberwindung zu starker Neigungen des Terrains, auf welchem eine Eisenbahn angelegt werden soll, lassen sich in vier Klassen bringen, und diese sind:

1) Ausgleichung der Unebenheiten des Bodens, durch Einschnitte in den zu hochliegenden und Anschüttungen auf den zu niedrig liegenden Strecken.
2) Anlage von unterirdischen Bahnstrecken oder Tunnels.
3) Verlängerung des Bahnenzuges.
4) Anlage von stark geneigten Bahnstrecken, auf welchen die Ansteigungen concentrirt und die Lasten an Seilen, vermittelst stehender Dampfmaschinen aufgezogen oder niedergelassen werden.

Bevor die specielle Anwendung dieser Mittel zur Erzielung günstiger Neigungen der Ruhrbahn nachgewiesen werden kann, scheint es nöthig, einige Bemerkungen über die Wirksamkeit derselben im Allgemeinen vorauszuschicken,

1. Ausgleichung der Unebenheiten.

Abgesehen von Ansteigungen, welche, durch die gegenseitige Höhenlage der bestimmenden Punkte bedingt, den allgemeinen Neigungsverhältnissen einer Eisenbahn zum Grunde liegen, bildet in den allermeisten Fällen die Oberfläche des Bodens, über welchen sie geführt werden muß, eine ununterbrochene Reihe von Anhöhen und Vertiefungen untergeord-

neten Ranges, und diese schaden dem Effecte einer Bahn, welche allen diesen Bewegungen des Terrains folgt, ganz außerordentlich, weil die Last oft und nutzlos gehoben werden muß und daher eine größere Zugkraft erfordert. Dergleichen Unebenheiten werden durch Einschnitte in den Erhöhungen und Aufschüttungen auf den Vertiefungen am wirksamsten ausgeglichen, und der vollkommenste Erfolg der Anwendung dieses Mittels ist, wenn in einer Bahn keine andern Steigungen übrig bleiben, als durch die verschiedenen Höhenlagen der bestimmenden Hauptpunkte bedingt werden, oder, was dasselbe ist, daß keine verlorne Steigung in der Bahn vorkömmt.

Es giebt nur zwei Umstände, welche von einer unbeschränkten Durchführung dieses Ausgleichungssystems Abstand zu nehmen, dringende Veranlassung geben können, und diese sind:

Steigerung der ersten Anlagekosten und Verlängerung des Zeitraums der Ausführung.

Was den ersten Punkt betrifft, so muß die Entscheidung ganz nach den weiter oben angedeuteten Grundsätzen, und auf die Größe der Transportmasse begründet, gesucht werden; betreffend den größern Zeitaufwand, welchen ausgedehntere Planierarbeiten erfordern, kommen die Zinsen des Anlage-Capitals während der Bauzeit in Betracht, und auch hier muß das Ergebniß der Untersuchung den Ausschlag geben, ob die damit erzielte Vervollkommnung der Bahn sich auf ein so großes Förderquantum vertheilt, daß der Verlust dadurch reichlich aufgewogen wird.

2. Unterirdische Bahnstrecken,

welche schon längst beim Canal- und Straßenbau zweckmäßige Anwendung da gefunden haben, wo die Natur der Durchführung dieser Anlage unüberwindliche Schwierigkeiten in den Weg gelegt zu haben schien, sind in neuerer Zeit und in ganz ähnlicher Art beim Bau der Eisenbahnen benutzt wor-

den, und bilden dieselben oft das einzige Auskunftsmittel, um das Ziel zu erreichen.

Eine Hauptbedingung bei der Anlage unterirdischer Strecken ist: daß der zu durchbrechende Bergrücken sich frei erhebt, und das Terrain auf beiden Seiten desselben keine bedeutend größere Höhendifferenzen darbietet, als mit den allgemeinen Neigungsverhältnissen der Bahn verträglich ist. Diese Bedingung erledigt sich in der Regel da weniger vollständig, wo eigentliche Wasserscheider durchbrochen werden sollen, als bei einem Durchgange einzelner Verzweigungen eines Gebirges oder scharf vortretender Köpfe an den Wänden der Flußthäler. Im ersten Falle müssen gewöhnlich vor und hinter dem Tunnel ausgedehnte Strecken tief eingeschnitten werden, selbst wenn die, fast immer zu stark ansteigenden Seitenschluchten, zur Führung der Bahn angehalten sind. Durch die Absenkung eines Thales werden aber alle Wasser welche dem Gebiete desselben angehören, auf dem tiefsten Punkte in gleicher Ebene mit der Bahn gelöset und kann dasselbe nur durch Einschnitte neben derselben abgeführt werden. Das vortheilhafteste Verhältniß bei Durchbrechung eines Wasserscheiders ist unstreitig, wenn bei Ersteigung desselben, auf beiden Seiten Querthäler benutzt werden können, deren Ursprünge nicht auf einander zu treffen, sondern seitwärts über einander hinausreichen, so daß vermittelst eines unterirdischen Querschlages, an solchen Stellen mit der Bahn aus einem Thale in das andere, nach entgegengesetzter Richtung abfallende, zu gelangen ist, wo dieselben noch ausreichende Breite zur Anlage weiter Bögen und ein so mäßiges Gefälle besitzen, welches lange und tiefe Einschnitte vor den Eingängen der unterirdischen Strecke entbehrlich macht.

Bei dem Entwurf einer unterirdischen Strecke kömmt es zunächst und ganz besonders auf die Erkennung der Bodensart und die Lagerung der Schichten in dem zu durchbrechenden Rücken an, ersteres, um die Construktionsart festzustellen, letzteres um beurtheilen zu können welchen Bezirken durch die niedrigere Lösung das Wasser entzogen wird und

bis zu welcher Tiefe. Das günstigste Verhältniß bei Anlage einer unterirdischen Strecke ist ohne Zweifel, wenn dieselbe durch ganz festes Gestein geführt werden kann, welches bei der erforderlichen Breite der Ausbrechung ohne Unterwölbung steht, daher keine andern Arbeiten und Kosten verursacht, als die des Stollenbetriebes. Ein minder festes und klüftiges Gestein, bei welchem die Ablösung einzelner Massen befürchtet werden muß, besonders wenn es hoch geschichtet erscheint, erfordert theilweise Ausmauerung, wodurch diese Anlagen sehr vertheuert werden. Schwieriger wird der Bau schon, wenn der zu durchstechende Grund aus Lehm oder Erde besteht, welcher bei der bedeutenden Breite der Aushöhlung, Fuß vor Fuß nach allen Richtungen hinabgestreift werden muß, wodurch das Weiterdringen, die Förderung des Materials, besonders aber die Ausmauerung und Ueberwölbung auf das Aeußerste belästigt werden. Nur durch einen großen Kostenaufwand für Verstärkung des Mauerwerks, ist der Mangel an einigem Zusammenhange desselben, welcher eine nothwendige Folge der vereinzelten Ausführung des Werkes ist, zu ersetzen. Am allerungünstigsten oft vielleicht unausführbar, jedenfalls mit unglaublich hohen Anlagekosten verbunden, erscheint die Ausführung einer unterirdischen Strecke durch eine, aus Sandschichten bestehende Anhöhe. Hier häufen sich die Schwierigkeiten der Ausführung in einem solchen Maaße, und die Gefahr einer Verschüttung der Arbeiter (wie noch neulich in einem Tunnel der London-Birmingham-Eisenbahn) oder eines Tagebruches liegt so nahe, daß nur die äußerste Nothwendigkeit einen solchen Versuch rechtfertigen kann.

3. Verlängerung der Bahnlinie.

Dieses bei dem Bau der Landstraße im Gebirge häufig angewendete Mittel zur Ermäßigung der natürlichen Ansteigung zwischen zwei gegebenen Punkten von sehr verschiedener Höhenlage, verfehlt niemals seinen Zweck und nur außer-

ordentliche Terrainschwierigkeiten können in manchen Fällen die Anwendung desselben verhindern. So lange es sich nur um eine mehr ins Allgemeine gehende Verlängerung einer Linie handelt, findet dieses Mittel eben so wohl bei Eisenbahnen als bei Landstraßen eine ausgedehnte Anwendung; soll aber dasselbe bei einzelnen zu stark ansteigenden Strecken aushelfen, dann unterliegt es großen Einschränkungen bei der Anwendung auf Eisenbahnen, wo solche Krümmungen, welche bei Landstraßen noch sehr günstig genannt werden können, den Effect außerordentlich schwächen, und die Schnellbeförderuug gefährlich machen würden. Dergleichen Bahnverlängerungen werden daher nur zuläßig, wenn sie auf einem so ausgebreiteten Terrain vorgenommen werden können, welches die Entwickelung der Linie in so weiten Bögen gestattet, daß durch ihren Einfluß keine der beiden angedeuteten nachtheiligen Wirkungen hervorgebracht oder doch so unbedeutend werden, daß sie nicht weiter in Betracht kommen. Je größer die Ausdehnung der Bahn zwischen zwei Punkten in Vergleich mit der sie verbindenden geraden Linie werden muß, desto mehr und stärkere Krümmungen erhält dieselbe auch, womit, außer den so eben bewirkten Nachtheilen, auch noch einige andere herbeigeführt werden. In den Krümmungen leidet eine Eisenbahn erfahrungsmäßig mehr als auf geraden Strecken, und aus diesem Grunde müssen die Schienen und die ganze Construction stärker angeordnet werden, während die Unterhaltung dieser Strecken nicht minder kostspielig wird. Auch die Verlegung des Gestänges in den Krümmungen, ist viel schwieriger, als auf geraden Linien, wodurch die Anlagekosten merklich erhöhet werden. Die Mittel, welche gewöhnlich zur Vermeidung des nachtheiligen Einflusses der Krümmungen auf den Effect und die Sicherheit des Eisenbahntransports angewendet werden, sind in ersterer Beziehung eine konische Form der Radfelgen, wodurch die Seitenreibung beinahe ganz, die auf der Oberfläche aber größtentheils vermieden wird, in anderer, die Höhenlagerung des äußeren Schienenstranges, wodurch der Centrifugalkraft,

des sich im Bogen schwingenden Wagenzuges, das Gleichgewicht gehalten wird [1]).

4. Stehende Dampfmaschine.

Wenn der größte Theil des Gefälles einer Eisenbahn, oder einer Ableitung derselben, auf einer sehr kurzen Strecke concentrirt erscheint, eine Verlängerung der Bahn nicht mit vortheilhaften Neigungen oder angemessenen Krümmungen bewirkt werden kann, so bleibt die Anlage der stehenden Dampfmaschinen, vermittelst welcher die Lasten an Seilen über stark geneigte Bahnstrecken aufgezogen oder niedergelassen werden, das letzte Mittel, um eine Eisenbahn durch ein so gestaltetes Terrain zu führen. Dergleichen Anlagen sind nicht selten in Anwendung gebracht worden, und fehlt es daher nicht an Erfahrungen in Bezug auf die Bedingungen von welchen ihre Anordnung abhängig ist.

In Betreff der Längen- und Neigungsverhältnisse, giebt die folgende Uebersicht einiger der neueren bedeutensten schiefen Ebenen den nöthigen Aufschluß.

Nro.	Namen der Eisenbahnen.	Länge in engl. Fuß.	Neigungs-Verhältniß.	Bemerkungen.
1	Liverpool-Manchester (großer Tunnel) . .	5910	1/48	für den Gütertransport.
2	dto dto (kleiner Tunnel)	6030	1/90	Personentransport.
3	Canterbury-Whitstaple .	11000	1/46	Kohlentransport.
4	Bolton-Leigh	4158	1/36	Zweigbahn.
5	Edinburgh-Dalkeith . .	3300	1/25	Zweigbahn.
6	St. Helens-Runcorn . .	1200	1/30	Zweigbahn für Güter und einige wenige Personen.
7	Charlestown-Hamburg . .	3800	1/20	in Nordamerika.
8	Mohawk-Hudson . . .	2046	1/18	in Nordamerika.
9	Alleghany-Portage . . .	1500	1/15	in Nordamerika.

1) Wenn R der Krümmungshalbmesser, w die Spurbreite der Bahn, c die Geschwindigkeit des Transportes, g = 15 5/8 Fuß bezeichnet, so ist das Maaß, um welchen der äußere Schienenstrang höher liegen muß als der innere, damit Gleichgewicht mit der Centrifugalkraft entsteht, $h = \frac{c^2 \, w}{2g \, R}$.

Es ergiebt sich aus diesen Beispielen im Allgemeinen, daß die Neigungen der schiefen Ebenen mit den Längen derselben im umgekehrten Verhältniß stehen, namentlich bei den Bahnen, welche mit zum Personen-Verkehr bestimmt sind. Die schiefen Ebenen werden jetzt gewöhnlich doppelgeleisig eingerichtet, und auf derselben mittelst eines Seiles ohne Ende gefördert, so daß die eine Bahn für die aufwärts gehenden, die andere für die niedergehenden Lasten ausschließlich bestimmt ist. Hochdruckmaschinen, welche kein, auf der Scheitel der Bahn gewöhnlich seltenes, Condensationswasser gebrauchen, dienen jetzt vorzugsweise zur Erzeugung der bewegenden Kraft. Ob bereits Drathseile angewendet worden sind, ist nicht bekannt geworden, da sie aber beim Grubenbau günstige Resultate gegeben haben, so scheinen sie auch auf schiefen Ebenen mit Nutzen eingeführt werden zn können.

Wenn nun einerseits durch Anordnung schiefer Ebenen, durch stehende Dampfmaschinen bedient, alle Terrainschwierigkeiten, sofern sie aus zu starker Neigung entspringen, überwunden werden können, so ist auf der andern Seite diese Förderuugsart als sehr mangelhaft zu betrachten, und das System, bei dessen Annahme ohne sonderliche Mühe eine Bahn überall durchgeführt werden kann, als ein, den jetzigen Anforderungen des Verkehrs nicht mehr entsprechender Nothbehelf zu bezeichnen, namentlich wenn die Eisenbahn zum Personen-Transport dienen und mit Locomotiven auf derselben gefördert werden soll.

Als die Eisenbahnen nur zum Güter-, vorzugsweise zum Kohlentransport, dienten, wobei eben so wenig eine große Geschwindigkeit der Beförderung als eine absolute Sicherheit erforderlich war, bildeten die dabei häufig in Anwendung gebrachten schiefen Ebenen kein großes Hinderniß, vielmehr trugen sie dazu bei, die ersten Anlagekosten der Bahn zu ermäßigen und große Terrainschwierigkeiten zu überwinden. Die erste Eisenbahn, auf welcher sich ein bedeutender Personen-Verkehr gestaltete, war die Stocton-Darlingtoner; die beiden stehenden Dampfmaschinen dieser Bahn befinden

sich aber am obern Ende derselben in der Nähe der Kohlengruben, und werden nicht zur Personen-Beförderung benutzt, welche sich auf die untere Strecke zwischen Stocton und Darlington beschränkt. Am Ende der Liverpool-Manchester-Eisenbahn wird mittelst stehender Maschinen auf zwei schiefen Ebenen gefördert, davon die mit $^1/_{48}$ geneigte nur zum Güter-, die andere mit $^1/_{90}$ ansteigende zum Personenverkehr dient. Beide liegen aber unterirdisch; die Förderung mit Locomotiven wurde auf Strecken von circa 6000 Fuß lang für unzulässig gehalten, und durch die betreffenden Parlamentsacte untersagt, sonst würde die Neigung von $^1/_{90}$ kein Hinderniß gewesen seyn, da die Sutten-Ebene derselben Bahn, auf welcher mit Locomotiven gefördert wird, im Verhältniß von $^1/_{89}$ ansteigt. Sonst findet sich keine Haupt-Bahn in England, auf welcher Personen mit stehenden Dampfmaschinen befördert werden, und nur auf den Zweigbahnen, welche in der Tabelle benannt sind, finden sich schiefe Ebenen von 100, höchstens 350 Ruthen Länge, auf welchen außer den Gütern auch Personen, aber in sehr geringer Zahl und sehr langsam befördert werden. Auf allen übrigen im Bau begriffenen oder projectirten Eisenbahnen Englands, und selbst Nordamerikas, sind die stehenden Dampfmaschinen sorgfältig vermieden, und durch Tunnels, Brückenleitungen und andere kostspielige Anlagen entbehrlich gemacht worden. Die Direktion der Columbia-Eisenbahn ist so weit gegangen, in Vorschlag zu bringen, eine 15 englische Meilen lange Eisenbahnstrecke ganz neu zu bauen, und gleichzeitig die Bahn um $1^1/_2$ Meilen zu verlängern, nur um eine bestehende schiefe Ebene zu umgehen und eine frei Ansteigung $^1/_{210}$ zu erlangen. Aehnliche Vorschläge sind bei der Baltimore-Ohio-Bahn gemacht worden und zur Vermeidung einer Fahrt über die beiden schiefen Ebenen der Albany-Schenectady-Bahn wird der Bau einer besondern Bahn nach letzterem Orte beabsichtigt. Forscht man nach den Gründen, welche die Anwendung der stehenden Maschinen auf schiefen Ebenen so ängstlich vermeiden lassen, und weßhalb ein so großer Werth

darauf gelegt wird, ihrer bei der neuen und größeren Anlagen nicht zu bedürfen, so ergiebt sich bald, daß:

A. Steigerung der Förderkosten,
B. Verzögerung der Fahrt und
C. Mangel an Sicherheit

von dieser Betriebsart unzertrennlich sind; Gründe genug um von ihrer Anwendung abzurathen. Um die Größe und den Einfluß der oben angedeuteten Verhältnisse im Allgemeinen beurtheilen zu können, wird eine Beleuchtung derselben ausreichen, da eine erschöpfende Kritik weit über die Grenzen dieses Berichts hinausreichen dürfte.

A. Steigerung der Förderkosten.

Die Unterhaltung der Maschinen, Kessel und Gebäude, besonders aber der Seile und der Rollen, auf welchen diese laufen, das Brennmaterial zur Dampferzeugung und die Bedienung der Maschine und Wagenzüge erfordern sehr bedeutende Ausgaben, welche indessen ziemlich constant sind, und nicht in dem Verhältniß des Verkehrs anwachsen.

Diese Kosten müssen aber nichts desto weniger von den Transportmassen getragen werden, und in so fern wirken diese Anlagen allerdings auf Vermehrung der Förderkosten. Für den Gebrauch der schiefen Ebenen wird daher auf den Eisenbahnen eine besondere Abgabe erhoben, welche, auf preußisches Gewicht und Geld reducirt, z. B. auf der Stocton-Darlington- und der Edinburgh-Dalkeith-Bahn 6 Pfenninge, und auf der Bolton-Leigh-Bahn, aufsteigend 8, niedergehend 3, im Mittel $5\frac{1}{2}$ Pfenning für den Zentner beträgt. Eine so bedeutende Abgabe von einer großen Transportmasse erhoben, würde aber gewiß in den meisten Fällen, kapitalisirt, die Anlage einer weit vorzüglicheren Bahn ohne dergleichen Maschinen gestattet haben.

B. Verzögerung der Fahrt.

Die Natur der Sache bringt es mit sich, daß auf schiefen Ebenen nur mit geringer Geschwindigkeit gefördert wer-

den kann, und auf einer der besten, der St. Helens Runcorn werden Güter mit 10 Fuß, Passagiere nur mit 5 Fuß Geschwindigkeit in der Secunde befördert.

Um eine z. B. 500 Ruthen lange schiefe Ebene zu passiren, ist demnach ein Zeitraum erforderlich, von 20 Minut.

Die Zeit zur Umwechselung der Pferde mit der Maschinenbespannung, Signalisirung, beträgt gewöhnlich . . . . . 4 „

Desgleichen bei der Umwechselung nach Ersteigung der Ebene . . . . . 3 „

Zusammen 27 Minut.,

was etwa 4 Fuß in der Sekunde giebt

Gegen die Pferdeförderung im Schritt wird daher noch ein kleiner Zeitraum erspart, eine Locomotive würde aber in der Zeit den dreifachen Weg zurückgelegt haben, abgesehen davon, daß durch die, schon lange vor Erreichung der schiefen Ebene nothwendig werdende Abnahme der Geschwindigkeit ein Zeitverlust entsteht.

Bis jetzt wird auf den schiefen Ebenen der Liverpooler-Bahn gleichzeitig keine größere Last als von 500 Zentner Brutto gehoben, wobei doch das Seil noch häufig zerreißt; sobald daher der Zug mehr, als dieses Gewicht hat, wird er schon in zwei Abtheilungen gebracht, welche abgesondert befördert werden. Ein solcher Zug gebraucht also die doppelte Zeit, was etwa 2 Fuß Geschwindigkeit pr. Secunde, für die ganze Beförderung giebt, also schon bedeutend weniger, als die des Pferdes im Schritte.

Der wichtigste Einwurf gegen stehende Dampfmaschinen auf Eisenbahnen zum allgemeinen Verkehr ist aber

C. der Mangel an Sicherheit.

Den Verkehr im Allgemeinen betreffend, sieht man leicht, daß derselbe auf der ganzen Bahn unterbrochen wird, wenn ein Theil der Maschine, oder des sehr complicirten Zubehörs, defect wird, ein Fall, der beim ausschließlichen Dampfwa-

gen = oder Pferdebetrieb nicht vorkommen kann, weil durch bereit stehende Reserve = Maschinen oder Pferde jede Stockung verhindert oder sofort beseitigt werden kann.

Das Zerreißen des Zugseiles, an welchem die Lasten aufgezogen oder niedergelassen werden, ist der am häufigsten vorkommende, wie der verderblichste Fall auf schiefer Ebene. Die, im Jahre 1834 auf der Columbia = Philadelphia = und der Alleghany=Portage=, in diesem Jahre auf der St. Etienne= Bahn, durch das Zerreißen der Zugseile herbeigeführten Unfälle, zeigen nicht weniger, als die, von dem Dr. Lardner in der Evidences zum Great = Western = Railway, angegebene Thatsache, wie das Seil der großen Liverpooler, mit $^1/_{48}$ geneigten schiefen Ebene, öfters, ja in einer Woche zweimal gerissen ist, und die herablaufenden Wagen ganz zerschellt worden sind, (been all smashed to pieces) was man bei einem solchen Vorkommen zu erwarten hat. Und demnach ist es äußerst schwierig, bei so langen Seilen eine schwach gewordene Stelle aufzufinden, und fast unmöglich zu beurtheilen, wenn es Zeit ist, ein Seil, welches bis zum letzten Augenblicke seines Gebrauches die vollkommenste Sicherheit gewähren muß, mit einem neuen zu vertauschen. Zerreißt das Seil beim Aufgange der Last, so kommt der Zug einen Augenblick zum Stillstande, und rollt dann mit Beschleunigung zurück. Bei genauer Beobachtung und Geistesgegenwart des Führers, kann, wenn die schiefe Ebene nicht zu lang oder zu stark geneigt ist, durch Bremsung oder andere Hülfsmittel die Gefahr abgewendet werden; beim Niedergange aber, wo der Zug schon eine gewisse Geschwindigkeit in der Richtung des Falles hat, bleiben alle Hülfsmittel gänzlich erfolglos, so viel Vorschläge auch schon gemacht worden sind, um unter solchen Umständen das Wachsen der Geschwindigkeit zu verhindern.

Mit dem Zerreißen des Seiles gleich gefährlich ist der Bruch, oder die Auflösung eines Verbindungsgliedes der den Zug bildenden Wagen, unter sich, oder mit dem Seile. Das plötzliche Zerbrechen eines Theiles der Maschine oder ihrer

Verbindung mit dem Seile, ist in so fern weniger gefährlich, als in einem solchen Falle, wenn die große Bremse an der Maschine in Thätigkeit gesetzt wird, der Zug zum Stillstand gebracht, oder doch die Beschleunigung desselben aufgehoben werden kann. Bei der größten Vorsicht in der Anwendung und der Beaufsichtigung, ist immer noch das allergenaueste Zusammentreffen der Wirksamkeit verschiedener oft sehr weit von einander entfernten Personen unbedingt erforderlich, um Sicherheit zu verbürgen, während durch eine Unachtsamkeit, einen Irrthum oder eine Verwechslung der Signale das Leben und die Gesundheit vieler Menschen aufs Spiel gesetzt wird.

Nachdem nun die verschiedenen Mittel, welche zur Verbesserung oder Ueberwindung zu starker Neigungen in der Richtung einer Eisenbahn in Anwendung gebracht zu werden pflegen, kann zur nähern Betrachtung der Neigungs-Verhältnisse der projectirten Ruhrbahn übergegangen und dabei nachgewiesen werden, in wiefern und welchen Einfluß diese Hülfsmittel auf die Verhältnisse derselben auszuüben vermögen.

Faßt man zunächst das Verhältniß der Ansteigung beider, von der Wupper und der Ruhr ausgehenden, in dem gemeinschaftlichen Scheitelpuncte sich vereinigenden Strecken ins Auge, so ergiebt sich, daß die Neigung nach der Ruhr ungleich stärker ist, als die nach der Wupper, und daß eine Verbesserung der Gefälle in erstgedachter Richtung um so nothwendiger ist, als hier die sämmtlichen Lasten gegen den natürlichen Abhang transportirt werden müssen. Indessen kommen alle Verbesserungen der Linie, durch welche die Uebersteigung des Scheitelpunktes erleichtert wird, beiden Strecken der Bahn zu Statten und verdienen diese daher die nächste Berücksichtigung. Der Wasserscheider zwischen Ruhr und Wupper erhebt sich in der Nähe des Scheitelpunktes so schroff, daß an eine Ueberschreitung desselben in gewöhnlicher Art gar nicht zu denken ist, da die Neigung, selbst durch einen sehr tiefen Einschnitt, kaum merklich ver-

bessert werden kann, und eine Verlängerung der Bahn, des beschränkten Lokals wegen, unausführbar ist. Es bleibt daher, nur die Wahl zwischen der Anlage von zwei schiefen Ebenen, über welche vermittelst einer, auf dem Scheitel stehenden Dampfmaschine gefördert wird, und der Anordnung einer unterirdischen Strecke übrig, welche durch den Wasserscheider gebrochen wird.

Bei der Anwendung des einen wie des andern Mittels kömmt es darauf an, einen solchen Scheitelpunkt im Wasserscheider aufzufinden, welcher die schmalste Basis hat; in Bezug auf die stehende Dampfmaschine, um keine zu lange schiefe Ebenen zu erhalten und mit einer Maschine auf beiden Seiten des Scheitels fördern zu können; in Bezug auf die unterirdische Strecke, um sie möglichst kurz zu erhalten. Durch eine sorgfältige Erforschung der Terrainverhältnisse ist es gelungen, einen diesen Bedingungen entsprechenden Uebergangspunkt aufzufinden; derselbe liegt auf dem Linderhauser-Bergrücken, welcher sich nördlich nach dem, dem Ruhrgebiete angehörenden Kronenthale, südlich in das Schwelmethal abdacht, eine so schmale Scheitelstrecke darbietet, daß der Wechsel des Steigens und Fallens auf einen Punkt reducirt erscheint, und sich mehr als 250 Fuß hoch über eine, noch nicht 400 Ruthen lange Basis erhebt. Dieser Punkt ist, da die Bahn von der Wupper durch das Schwelmethal, und von der Ruhr durch das Thal der Ennepe und des Kronenbaches bis zum des gedachten Linderhauser Bergrückens geführt werden kann, offenbar der geeignetste zum Uebergange der Bahn, und so bleibt nur noch die Frage zu beantworten, ob derselbe vermittelst einer stehenden Dampfmaschine oder einer unterirdischen Strecke am vortheilhaftesten zu übersteigen ist.

Nach dem, was in diesem Kapitel über den Werth der stehenden Dampfmaschine für Eisenbahnen zum allgemeinen Verkehr angedeutet worden ist, wird man dieselben nur im äußersten Nothfall, und wenn kein anderes Mittel zur Durchführung vorhanden ist, in Anwendung bringen. Dieser äus-

ſerſte Fall tritt aber hier nicht ein, da die Möglichkeit der Anlage einer unterirdiſchen Strecke vorliegt, für welche man ſich im Allgemeinen, ſofern von einer größern Vollkommenheit der Bahn die Rede iſt, immer entſcheiden wird. Die erſten Anlagekoſten werden bei dieſer Anordnung allerdings größer als bei der einer ſtehenden Dampfmaſchine, wogegen ſich die Unterhaltungs, und Förderungskoſten viel höher ſtellen. Um das Urtheil über dieſen Punkt begründen zu können, wird eine überſchlägliche Vergleichung dieſer Anlage und Betriebskoſten nöthig, welche hier verſucht werden ſoll.

Angenommen die unterirdiſche Strecke würde 350 Ruthen lang, ſo wird die Anlage derſelben etwa koſten (ohne Geſtänge) . . . . . 60,000 Thlr.

Die Anlage der ſtehenden Maſchine mit allem Zubehör Seilen und Rollen u. ſ. w. würde koſten . . . . . 30,000 Thlr.

Da die Bahn auf den ſchiefen Ebenen doppelt angelegt werden muß, ſo kommen für 350 Ruthen Länge wenigſtens in Anſchlag 10,000 Thlr.

Koſten der ſchiefen Ebenen und Maſchinen 40,000 Thlr.

Die unterirdiſche Strecke würde alſo 20,000 Thaler in der erſten Anlage mehr koſten, als die ſchiefen Ebenen, wodurch eine jährliche Mehrausgabe für Zinſen bedingt wird, von . 1,000 Thlr.

Dagegen müſſen nun alle Laſten über 250 Fuß höher gehoben werden, und rechnet man die Koſten der dazu erforderlichen Kraft nach Abzug der Förderkoſten durch den Tunnel nur ſehr gering, zu 3 Pfennige für den Centner, ſo belaufen ſich dieſelben ſchon bei einer Fördermaſſe von 1 Million Centner jährlich auf . . 8,333 Thlr.

und es würde durch den Tunnel eine jährliche Erſparung von . . . . . 7,333 Thlr.

bewirkt.

Demnach steht im vorliegenden Falle die Anwendung der stehenden Maschine, auch in ökonomischer Beziehung, der einer unterirdischen Strecke weit nach, und so vereinigen sich alle Umstände, der letzteren Einrichtung einen entschiedenen Vorzug zu geben, weshalb dann auch der Plan unter Annahme derselben weiter bearbeitet worden ist. Nach dem speciellen Projekte enthält der Tunnel nur eine Länge von 320 Ruthen und wird durch denselben die Uebersteigung einer Höhe von 254,23 Fuß erspart, so daß für die Ruhrstrecke noch 430, für die Wupperstrecke 222,16 Fuß zu ersteigen übrig bleiben.

So viel nun hiermit auch gewonnen ist, so sieht man doch, daß die Ansteigung von der Ruhr fast noch doppelt so stark ist, als von der Wupper, und diese Strecke. Daher noch wichtiger Verbesserungen bedarf, um gleich günstige Neigungsverhältnisse darzubieten.

Daß eine Verminderung der zu überschreitenden Höhe nicht weiter möglich ist, fällt in die Augen, und so muß man sich darauf beschränken, die relative Ansteigung zu vermindern, was aber nicht anders, als durch eine Verlängerung der Bahnlinie geschehen kann. Die aus dem obern Ruhrthale sich steil erhebenden Bergabhänge und die darin eingeschnittenen langen und stark abfallenden Seitenthäler, welche einer Ausbreitung der Linie völlig widerstreben, würden aber auch die Anwendung dieses Mittels unausführbar machen, wenn nicht das bei Herdecke ausmündende Thal der vereinigten Ennepe und Volme, welches in dem Verhältniß von 1 zu 200 ansteigt, eine Gelegenheit dazu verschaffte. Um dieses einzige, zur Aufnahme der Bahn geeignete Seitenthal zu erreichen, muß dieselbe zunächst im Ruhrthale aufwärts geführt werden, was bei dem günstigen Gefälle desselben von $^1/_{1000}$ ohne Schwierigkeiten ist, während der Umweg, welchen sie dieserhalb zu machen gezwungen wird, abgesehen von den andern früher erwähnten Vortheilen, welche diese Richtung gewährt, gerade die Verlängerung bildet, welche der Bahn zur Erlangung günstiger Steigung durch-

aus unentbehrlich ist. Dessenungeachtet kann das Gefälle nicht ganz gleichmäßig vertheilt werden, weil das Ruhrthal eine viel geringere Ansteigung besitzt als das der Ennepe, und dieses wieder weit weniger fällt als das Kronenthal, welches zur nördlichen Mündung der unterirdischen Strecke führt.

Dieses natürliche Steigungsverhältniß der Seiten- zu den Hauptthälern, läßt sich durch die Kunst nicht ändern, es muß daher der Charakter des Terrains, insofern auf den der Bahn übergehen, daß die dem Scheitelpunkte näher liegenden Strecken eine stärkere Steigung erhalten, als die entfernteren. Nur mit bedeutenden Beschränkungen bleibt einiger Spielraum zur Ausgleichung der günstigen mit den ungünstigen Ansteigungen übrig, und derselbe hat in dem vorliegenden Falle um so eifriger benutzt werden müssen, da das Kronenthal, welches in das der Ennepe mündet, in dem Verhältniß von 1 zu 55 ansteigt, mithin viel zu stark für eine Eisenbahn. Um derselben auch hier das angenommene Maximum der Ansteigung von $^1/_{100}$ geben zu können, ist ein Theil des günstigeren Gefälles im Ennepethal aufgeopfert worden, indem die Linie in einer angemessenen Höhenlage am Thalabhange solchergestalt entlang geführt ist, daß sie eine geringere Neigung als das Kronenthal, und eine stärkere als das Ennepethal erhält, die Sohle desselben aber erst in der Nähe vom Hause Vogelsang erreicht.

Auch auf dem der Wupper zugekehrten Abhange erhält die, dem Scheitelpunkt zunächst liegende, Bahnstrecke das stärkste Gefälle von $^1/_{102}$, welches aber dem obern Schwelmethale, in welchem sie liegt, eigenthümlich ist und nicht auf Kosten der weiter unten liegenden günstigeren Gefälle erkauft wird. Im Wupperthale ergeben sich um so vortheilhaftere Steigungen, als die Bahn daselbst nicht in gleichem Verhältniß mit der Sohle fällt. Dieselbe muß nämlich bei Elberfeld in einer solchen Höhe gehalten werden, daß ihre Fortsetzung nicht durch das engbebauete Island gänzlich verhindert, oder durch den Wegbruch vieler Häuser und Anlagen ausgedehnter Uferbauwerke übermäßig vertheuert, außer-

dem aber störend für den öffentlichen Verkehr und die Abführung der hohen Fluthen wird, was zu Beschwerden und Einsprüchen gegründete Veranlassung geben würde. Bei diesem, in Bezug auf die Neigungsverhältnisse der Bahn allgemein angedeuteten Zuge wäre es nun zwar möglich, dieselbe so anzulegen, daß Zwischengefälle und Ausgleichungsarbeiten zur Unterdrückung derselben nicht vorkommen können, bei einer solchen Annahme müßte indessen die Bahn jeder einzelnen Einbiegung der Thalwände folgen und jeden Vorsprung derselben umgehen. Damit würde sie aber nicht nur unnützer Weise verlängert, sondern die Verfolgung aller Thalkrümmen bedingte in den meisten Fällen Bögen von so geringem Halbmesser, daß ihr häufiges vielleicht ununterbrochenes Vorkommen von dem nachtheiligsten Einfluß auf den Effekt der Bahn werden müßte. Diese Umstände sind dann auch bei Aussteckung der Linie berücksichtigt, so daß kaum $^1/_4$ ihrer ganzen Länge aus Bögen besteht, deren Halbmesser so groß sind, daß ihr Einfluß auf die Förderung kaum oder gar nicht bemerklich seyn wird. Die durch eine derartige Disposition noch nothwendig werdenden Ausgleichungsarbeiten sind aber noch durch den Umstand vermehrt, daß der Bedingung, die Bahn durchweg über den höchsten Fluthwasserstand zu legen, überall auf das Vollständigste entsprochen worden ist. Die wichtigern Ausgleichungsarbeiten bestehen in Durchschüttung der seitwärts in das Ennepethal einmündenden Thäler und Schluchten, in Abtragung von zu stark vorspringenden Köpfen, dem Durchstich der Vorhalle zur Ersparung eines 500 Ruthen langen Umweges bei Umgehung des Kassenberges, und ausgedehnten Dammschüttungen auf der, der Inundation ausgesetzten Sohle der Ruhr und des Wupperthales. So ist durch vereinigte Anwendung aller der Mittel, welche zur Ermäßigung starker Ansteigungen beitragen können, eine Eisenbahnlinie entworfen, welche in Bezug auf günstige Neigungsverhältnisse zwar manches zu wünschen übrig läßt, nichts destoweniger aber doch die

günstigste seyn dürfte, welche zwischen der obern Ruhr und der Wupper aufzufinden ist.

Anhang IV.

Zusammenstellung
der besten, bis jetzt über Eisenbahnen erschienenen Werke.

Diese am Schlusse unseres Werkes folgende Uebersicht der bis jetzt erschienenen, vorzüglichsten selbstständigen Werke über Eisenbahnen, so wie einiger vorzüglicher Aufsätze und eine Angabe der Journale, in denen Abhandlungen über Eisenbahnen und deren Theile, so wie über Dampfwagen, enthalten sind, dürfte von großem Interesse für unsere Leser und für das Werk unerläßlich seyn. Auf Vollständigkeit kann sie keinen Anspruch machen, da wir die Menge Schriften geringern Werthes, die seit mehreren Jahren über den Gegenstand erschienen sind, übergangen haben. — Wir legten bei dieser Zusammenstellung eine „Literatur der Eisenbahnen zu Grunde, welche dem trefflichen „Bericht über die Eisenbahn von Brüssel nach Mecheln" vom Prof. Plieninger zu Stuttgart (das. 1836) angehängt worden ist.

I. Allgemeine Schriften.

Th. Tredgold, a practical treatise on railroads and carriages, schewing the principles of estimating their strenght, proportions, expense and the conditions, which render, them effective, economical and durables, with the theory, effect and expense of steam-carriages, stationary engines and gas-machines, 8. 4 pl. London 1835 (10 Sh. h den.) 2 d Edition. London 1855. (8 Sh.)

Diese noch jetzt als ein Hauptwerk betrachtete, sehr umfassende Schrift, verbreitet sich eben so wohl über die tech-

niſchen, als auch ökonomiſchen Details, welche bei Anlage einer Eiſenbahn in Betracht kommen; ſie wurde bald nach ihrem Erſcheinen ins Franzöſiſche überſetzt.

Traite pratique sur les chemins en fer et sur les voitures, destinées à les parcourer; par M. *Tredgold.* Fraduction française par *Duverne.* 8. 4 pl. Paris 1826, (5 Fr.)

Nicholas Wood, a practical treatise on railroads and interior communication in general; with the performances of various engines, numerous experiments, Tables etc. 8. London 1825 zweite Auflage. Daſ. 1832 (18 Sh.)

Eine dritte Auflage iſt unter der Preſſe. Dieſes Werk iſt ohnſtreitig des wichtigſten über das Techniſche der Eiſenbahnanlagen; es wurde gleichfalls ins Franzöſiſche überſetzt:

Nich. Wood, traitê pratique des chemins de fer, traduit de L'Anglais sur la 2me édition, avec des nobes et additions par M M de *Montricher* C. de *Franqueville*, et H. de *Ruollz.* 4. 14 pl. Paris 1834, 318 Seiten und 14 Kupfertafeln in quer Fol. (15 Fr.)

Thomas Grahame, A letter to Nicholas Wood etc. London 1831. (1 Sh.)

Iſt eine Erwiederung auf die, von Wood aufgeſtellte, Vergleichung zwiſchen den Leiſtungen einer Eiſenbahn und eines Kanals.

Reports on Canals, Railways, Roads and other subjects, made tho the Pensylvania-Society for the promotion of internal improvement, by Wm. *Struckland.* 71 pl. Philadelphia 1826. (3 L. 16½ Sh.)

Der Verfaſſer wurde von der penſylvaniſchen Geſellſchaft nach England zur Unterſuchung und zum Berichte über die dortigen Fortſchritte in techniſchen Dingen abgeordnet. Er giebt demzufolge in dieſer Schrift namentlich auch genaue Nachrichten über die damaligen Eiſenbahnanlagen und Dampfwagen in England, mit vortrefflichen Zeichnungen.

Es ſcheint, daß dieſes Werk eine zweite Auflage oder einen Nachdruck zu London 1832 erfahren habe.

Jos. Briestley, historical account on navigable floods, canals and rail-ways. London 1831.

Enthält das Hiſtoriſche der allgemeinen Ausbildung dieſer verſchiedenen Communicationswege.

Observations on a general Iron-rail-way, with a geographical map of the plans, shewing ist great superiority, by the general introduction of mechanic power, over all the present methods of conveyance by Turnpike-roads and canals. 8. London 1822 (6 Sh. 6 den.)

Thomas Gray, observations on a general Iron-rail-way, or Land-steam-conveyance. 5 Edit. 8. London 1825. (8 Sh. 6 den.)

Erſte Ausgabe daſelbſt 1823; empfiehlt die Anwendung der Locomotiven auf den Eiſenbahnen.

Dieſe beiden Schriften verbreiten ſich im Allgemeinen über Eiſenbahnanlagen im Großen für Waaren- und Perſonentransport, mit Hervorhebung ihrer Vortheile und Berückſichtigung der techniſchen Einrichtungen derſelben.

Emil Bères, élémens d'une nouvelle législation des chemins vicinaux, grandes routes, chemins de fer, rivières et canaux. 8. Paris 1833.

Eine Schrift welche zunächſt die bei den Communicationswegen überhaupt und ſomit auch bei den Eiſenbahnanlagen nothwendigen, legislativen und polizeilichen Geſichtspunkte feſthält.

Description of a Railway on a new principle, with, observations on those hitherto constructed, and a table, shewing in use, also an illustration of a newly observed fact relating to the friction of axes, and a description of an improved Dynamometer for ascertaining the resistance of floating vessels and carriages moving on roads and rail-ways. By Henry *Palmer*. with plates. 2 Edit. 4. London 1826.

A. treatice on Rail-ways improvements, explanatory of the chief difficulties and inconveniences, which at present attend the general adoption of rail-ways, and the means,

by which these objections may be overcome, as proved by a series of interesting experiments etc. by Rich. *Badnall.* London 1833.

Die Verſuche Badnall's mit ſeinem ſogenannten undulirenden oder wellenförmigen Eiſenbahnſyſteme, welche derſelbe zwar unter vielfachem Widerſpruche, doch wie es ſcheint nicht unglücklich bei der Liverpooler-Eiſenbahn ausgeführt hat, ſind hier nebſt dieſem Syſteme ſelbſt beſchrieben und entwickelt.

Rob. *Stephenson* and Jos. *Locke* observations on the comparative merits of locomotive and fixed engines, as applied to rail-ways Liverpool 1830.

Die durch den Bau der Liverpooler-Bahn und namentlich durch den Bau von Dampfmaſchinen überhaupt und der, auf der Liverpooler-Bahn angewendeten, Locomotiven, berühmt gewordenen Verfaſſer, behandeln in dieſer Schrift einen Gegenſtand, welcher bei Anlage einer Eiſenbahn von großer Wichtigkeit iſt, nämlich die Vergleichung der Effecte ſtehender Dampfmaſchinen, wodurch die Laſten auf Anhöhen heraufgezogen werden ſollen, mit den Leiſtungen der Dampfwagen oder Locomotiven.

Walker et *Rastrick*, on the comparative merits of Locomotives and fixed engines. Paris 1831.

Die Verfaſſer dieſer Flugſchrift vertheidigen die ſtehenden Dampfmaſchinen auf undulirenden Bahnen, während Stephenſon den Locomotiven das Wort redet.

Bei den, dem Bau der Liverpooler-Bahn vorausgegangenen Unterſuchungen hatte ſich nämlich ein Streit über den Werth der Locomotiven und der ſtehenden Dampfmaſchinen erhoben, welcher in dieſen beiderlei Schriften gleichfalls ventilirt iſt, ſich jedoch endlich für die Locomotiven entſchied.

Minard, leçons faites sur les chemins en fer à l'école des ponts et chaussées en 1833—34. 4. 84 S. Mit lithogr. Tafeln. Paris 1834 (7 Fr.)

Ueberſetzt in Crelles Journal für Baukunſt. Bd. IX. S. 101. ꝛc.

Diese Vorlesungen sind, obgleich zunächst für den Zweck des Unterrichts in der angeführten Lehranstalt zu Paris berechnet, dennoch für den Techniker in so fern wichtig, als darin die neuesten Fortschritte kurz zusammengestellt sind. Eben dieß ist der Fall mit

Instruction sur les routes, sur les chemins en fer, sur les canaux et les rivières, suivie de notes sur les transports et sur les principaux canaux d L'Europe, à l'usage de l'école d'application du corps royal d'état major. 8. 84 S. 2 pl. Paris 1827. (2 Fr. 25 Cent.)

und namentlich mit der späteren Ausgabe:

Instruction sur les routes etc. à l'usage de l'école d'application du corps royal d'état major. Paris 1834.

Schriften welche sich eben sowohl über das Allgemeine der Transportwege überhaupt, als auch über die technischen Momente bei der Anlage derselben verbreiten, und außerdem noch statische und technische Notizen über die Hauptsächlichsten Kanalanlagen in Europa mittheilen.

L. Coste et *Perdonnet*, memoire sur les chemins à ornières. 8. 2 pl. Paris 1830.

Diese Schrift ist eine zwar allgemeiner gehaltene, jedoch auch in technischer Hinsicht sehr belehrende Abhandlung über die Eisenbahnen, gegründet auf eigene Untersuchung der in England ausgeführten.

M. J. *Cordier*, considerations sur les chemins de fer. 8. 3 pl. Paris 1830.

Diese Schrift enthält allgemeine Reflexionen über Nutzen der Eisenbahnen und zugleich technische Nachweisungen über ihre Anlagen.

Eben so finden sich auch in den folgenden Schriften desselben Verfassers Nachweisungen über die Eisenbahnen.

M. J. *Cordier*, essais sur la construction de routes, des ponts suspendus, des barrages, etc. 8. 22 Kupfertaf. Paris 1823.

Wo in Artikel 8 die damals bekannten Einrichtungen der Eisenbahnen und der Locomotiven angegeben sind.

M. J. *Cordier*, essais sur la construction des routes, des canaux, et la législation de travaux publics 2 Tom. 8. Paris 1828.

Ein geschätztes Werk, welches zugleich auf den legislativen, bei der Anlage der öffentlichen Communicationswege festzuhaltenden Gesichtspunkt behandelt.

Chemins de fer. Courbes à tres petits rayons (Système Laignel) 8. 5½ Bog. 1 Kupftaf. Paris 1836.

Diese Schrift hat die Aufgabe zum Gegenstand, kleinere Krümmungshalbmesser, als die bisher für die Krümmung der Eisenbahnen für möglich gehaltenen, einzuführen, eine Aufgabe, welche nothwendig zugleich auf den Bau der Wagen von Einfluß ist. Laignel will nämlich für größere Krümmungen die Wagen mittelst der Spurkränze auf flachen Schienen und nicht mittelst der Felgen auf den erhöhten Eisenschienen gehen lassen.

Wm. *Jackson*, a lecture on rail-roads. 8. 32 S. Boston 1829.

Enthält das Allgemeine über Eisenbahnen.

Franz Jos. Ritter von Gerstner, Handbuch der Mechanik herausgegeben von Fr. Ant. Ritter v. Gerstner. 3 Bde. mit Atlas von 109 Kpftfl. 4. Prag 1833. (24 Rthlr.)

Dieses treffliche Werk giebt im ersten Bande genaue, auf eigene Ansicht der englischen Eisenbahnen gegründete, Details über die Eisenbahnen.

Franz Ant. Ritter v. Gerstner, zwei Abhandlungen über Frachtwagen und Straßen und über die Frage, ob und in welchen Fällen der Bau schiffbarer Kanäle, Eisenwege oder gemachter Straßen vorzuziehen sey? Nach einer Untersuchung ob die Moldau mit der Donau durch einen Schifffahrtskanal zu verbinden sey, aufgesetzt. 2 Kupftfl. gr. 8. Prag. 1813. (2 Rthlr.)

Diese schätzbare Schrift hat, wie es der Titel sagt, die relative Anwendbarkeit der Eisenbahnen zum Gegenstande. Sie ist auch in französischer Bearbeitung erschienen, mit Anmerkungen und Zusätzen versehen, welche dieser Uebersetzung einen Werth weiter verleihen.

Memoire sur les grandes routes, les chemins de fer et les canaux de Navigation, traduit de l'allemand de Mr. de Gerstner par M. O. *Terquem*, précédé d'une introduction par P. S. *Girard*. 8. Paris 1827. (6 Fr. 50 C.)

Joseph v. Baader, neues System der fortschaffenden Mechanik, oder vollständige Beschreibung neu erfundener Eisenbahnen und Wagen mit verschiedenen anderen neuen Vorrichtungen, mittelst welcher der innere Transport aller Waaren und Produkte fast überall so gut, und mit weit geringern Kosten und Schwierigkeiten, als durch schiffbare Kanäle befördert und erleichtert werden kann. 16 Kpfr. in gr. Folio. München 1822. (36 Rthlr. 16 gr.)

Dieses umfassende Werk giebt genaue Beschreibungen der englischen Eisenbahnen nach ihrer damals angenommenen Einrichtung, so wie der damals angewendeten Transportvorrichtungen, auch verbreitet es sich zunächst über die Leistungen der Eisenbahnen überhaupt und der vom Verfasser vorgeschlagenen Einrichtung derselben insbesondere, in Vergleich mit den Kanälen. Letzteres ist auch der Fall mit den folgenden kleineren Schriften desselben Verfassers, worin er seine vorgeschlagene Einrichtung mehr oder weniger ausführlich entwickelt.

Joseph v. Baader, ein neues System der fortschaffenden Mechanik. gr. 8. München 1817. (8 gr.)

Joseph v. Baader, über die neuesten Verbesserungen und die allgemeinere Einführung der Eisenbahnen. 8. München 1825. (3 gr.)

Joseph v. Baader, über die Methode einer verbesserten Bauart der Eisenbahnen und Wagen, welche an einer, auf allerhöchsten Befehl zu Nymphenburg ausgeführten Vorrichtung durch wiederholte öffentliche Versuche sich bewährt haben. Gelesen am 25. August 1826 in der Kgl. Akademie der Wissenschaften. München 1826. (16 gr.)

Joseph v. Baader, über die Vorzüge einer verbesserten Bauart von Eisenbahnen vor den schiffbaren Kanälen, mit besonderer Beziehung auf die vorgeschlagene Verbindung der Donau mit dem Rhein. 8. München. Lentner 1828.

Die in dem „neuen Systeme der fortschaffenden Mechanik" ausgeführte Hauptidee Baader's ist nämlich die in England theilweise auch angewendete Vorrichtung, um die zu einer bestimmten Höhe auf einer schiefen Fläche zu hebenden Lasten mit den, abwärts gehenden Lasten in Verbindung zu bringen, so daß sich letztere gegen erstere kompensiren; sodann auf den Gipfel der, in bestimmten Distancen auf einer Eisen-Bahn befindlichen Anhöhen, stehende Dampfmaschinen anzubringen, welche die Lastwagen auf die Höhe bringen sollen, von welcher sie sodann je bis zur nächsten, stehenden Dampfmaschine auf leicht geneigten Strecken fortlaufen würden.

Joseph v. Baader, über die Einführung der Kunststraßen (Eisenbahnen) in Deutschland. Lpzg. 1836. ($1^1/_2$ Bog. 5 gr.)

C. A. Henschel, neue Construction der Eisenbahnen und Anwendung comprimirter Luft zu Bewegung der Fuhrwerke. 2 Steintfln. gr. 4. Cassel 1833. (1 Thlr.)

Das hier besprochene Project, die comprimirte Luft dem Dampfe zu substituiren, ist bis jetzt noch nicht geglückt.

C. H. Henschel, Vorschlag zu Anwendung eines eisernen Seilzuges auf Eisenbahnen, als Fortsetzung der Abhandlung über Construction der Eisenbahnen mit Anwendung comprimirter Luft. 4. Cassel 1833.

Diese Schrift empfiehlt die eisernen Drathseile für die Hebung der Wagen durch stehende Dampfmaschinen.

L. P. Albert. Verzeichniß von 141 Eisenbahnen, welche in England, Frankreich, Holland, Belgien, Deutschland und Nordamerika theils erbaut, theils im Bau begriffen oder zur Ausführung bestimmt sind, mit Angabe ihrer Länge Gefälle, Bauart, Baukosten, Bewegungsmittel, der Bahnzölle und des Ertrags, tabellarisch zusammengestellt. Ulm 1836. Quer Fol.

Diese Schrift ist eine tabellarische Zusammenstellung der, auf dem Titel angegebenen Notizen über die, bis jetzt bekannt gewordenen, ausgeführten oder projectirten Eisenbahnen, und für den Zweck einer Uebersicht recht brauchbar, jedoch nicht vollständig genug.

Sammlung der von 1776 bis 1836 in Betreff der Eisenbahnen und Schienenwege in Amerika, England, Frankreich und Deutschland gemachten Verbesserungen, Beobachtungen und Vorschläge. 8. 1 Steintfl. VIII und 224 S. Nürnberg, Leuchs & Comp. 1836.

Diese Schrift würde unstreitig ein noch brauchbareres Repertorium der Fortschritte im Bau der Eisenbahnen seyn, als sie wirklich ist, wenn die Quellen der mitgetheilten Notizen genau angeführt worden wären.

Die technologische Encyclopädie von Prechtl. Band V. S. 45 fg. Giebt in dem Artikel Eisenbahn eine zwar kurze, jedoch vortreffliche und belehrende Abhandlung mit Angabe des Wissenswürdigsten, was bis zur Zeit der Erscheinung des Werks von Erfahrungen, Resultaten und Verbesserungen in der Anlage der Eisenbahnen und der darauf angewandten Bewegungskräfte und Vorrichtungen bekannt geworden war.

Ueber die Schienenwege in England, Bemerkungen, gesammelt auf einer Reise in den Jahren 1826 und 1827 von den Ober-Bergamts-Assessoren. C. von Oeynhausen und H. v. Dechen.

In Karsten's Archiv für den Bergbau Bd. XIX. H. 1. S. 3. fg. und in den Verhandlungen des preußischen Gewerbevereins. Jahrg. 8. S. 40 fg. Auch besonders abgedruckt. Berlin, Reimer 1829.

Diese Abhandlung ist ein umfassender, gründlicher und detaillirter Bericht über die damals in England ausgeführten Eisenbahnen zu Förderung von Bergwerksprodukten, und die damals noch in der Ausführung begriffene Liverpool-Bahn. Die hier mitgetheilten Nachrichten über Einrichtung, Anlage, Bau, Unterhaltungskosten und Leistungen der von den Verfassern untersuchten Etablissements, sichern der Schrift einen bleibenden Werth.

Ed. Biot, Manuel des chemins de fer. 18. Paris 1834. (3 Fr.)

Dieses sehr brauchbare Schriftchen macht einen Theil der in Paris seit einer Reihe von Jahren erscheinenden Samm-

lung von Handbücher über alle Zweige des Wissens und der technischen Praxis aus. Es ist der nachfolgenden deutschen Bearbeitung zu Grunde gelegt.

Ueber die Anlegung und Ausführung aller Arten von Eisenbahnen nach den Grundsätzen der Mechanik und den Ergebnissen der Erfahrung, welche bis auf die neueste Zeit in England, Amerika, Frankreich und Deutschland bei dem Bau der eisernen Schienenwege gesammelt worden sind, nebst ausführlichen Kostenberechnungen, nach dem Französischen des Herrn Ed. Biot, mit Benutzung der besten und neuesten einschlägigen englischen und deutschen Literatur; herausgegeben von Dr. Chr. Heinr. Schmidt. 9 Steintfln. XVIII und 291 S. 8. Weimar und Ilmenau 1835. (1 Thlr. 8 gr.)

Auch unter dem Titel:

Neuer Schauplatz der Künste und Handwerker 76 Band.

Diese deutsche Bearbeitung der Biotschen Schrift hat den, vom Herausgeber ausgesprochenen Zweck, eine faßliche Belehrung für diejenigen darzubieten, welche sich bei der Anlegung von Eisenbahnen interessiren wollen, so wie für die Straßenbaumeister und Bau-Conducteurs, also eben so wohl für die Gebildeteren unter dem großen Publikum, als auch für solche Techniker, welche sich nicht gerade dem höhern Fache der Civil-Ingenieurs beizählen; ein Zweck, welchen die Schrift ohne Anstand zu erreichen geeignet ist.

A. L. Crelle. Einiges allgemein Verständliche, über Eisenbahnen, insbesondere als Privatunternehmungen, für alle diejenigen, welche sich dafür interessiren, und besonders für diejenigen, so als Actionairs daran Theil zu nehmen geneigt sind. Berlin 1835.

Eisenbahn-Journal und National-Magazin für die Fortschritte im Handel, Gewerbe und Ackerbau, für National-Unternehmungen und öffentliche Anstalten, für statische Nachrichten und neue Entdeckungen jeder Art, und für interessante Erscheinungen in der Literatur und Praxis der National-Oeconomie überhaupt. Herausgegeben v. Fr. List.

1. Jahrg. 1835. 20 Bog. mit Holzschnitten. gr. 8. Altona, Hammerich (1 Thlr. 8 gr.) 2. Jahrgang 1836.

Ein Journal, das wie der Titel besagt, sich auch auf andere Gegenstände verbreitet, und die Bestimmung hat, die Vortheile der Eisenbahnen für Deutschland im Allgemeinen ans Licht zu stellen, und über einzelne projectirte oder ausgeführte Eisenbahnen Nachricht zu geben.

J. W. Schmitz, Grundlage eines allgemeinen Creditvereins für Anlegung von Eisenbahnen. 8. Leipzig 1833. (6 gr.)

J. W. Schmitz, Abhandlung über Eisenbahnen und Dampftransporte, hinsichtlich des Nutzens, der Ausführbarkeit und der Schwierigkeiten dieser Unternehmungen, nebst einer Druckschrift an den hohen Bundestag über eine deutsche Eisenbahn- und Dampfwagen-Verbindung in Uebereinstimmung mit dem deutschen Zollverbande. gr. 12. 7 Bog. Leipzig 1834. (12 gr.)

Die Tendenz dieser Schrift giebt schon der Titel an.

Kurze Abhandlung über Eisenbahn-Unternehmungen. Marburg, Garthe 1834. (6 gr.)

H. Fairbaire, treatise on the political economy of rail-roads. 8. London 1836. (8 Sh. 6 den.)

Diese Schrift hat die staatsöconomischen Momente der Eisenbahnanlagen speciell im Auge.

On the Means of comparing the respective advantages of different Lines of Railway, and on the Use of locomotive Engines Franstated from the French of *N. Navier*, Ingenieur en chef des Ponts et Chaussées, Paris. By *John Macneil*, Civil Engineer etc. London 1836. (6 Sh.)

Allgemeine Belehrungen über Eisenbahnen und Schienenwege in populär-faßlicher Darstellung von einem Techniker. Mit 3 Kupftfln. Mainz 1836. (12 gr.)

II. Schriften über einzelne Eisenbahnen.

Henry *Booth*, an account on the Liverpool-Manchester Railway. Liverpool 1830.

Eine Flugschrift, in welcher das Wesentliche über diese, damals kurz zuvor zu Stande gekommene, Bahn sehr gründlich berichtet ist.

Diese Schrift wurde ins Französische übersetzt in den annales des ponts et chaussées, welche seit 1831 begonnen haben. Ins Deutsche übersetzt findet sie sich in dem Journal für die Baukunst von Crelle. Bd. 6. S. 178.

History and description of the Liverpool and Manchester Rail-way. Liverpool 1832. 8.

Ch. Sylvestre, report on rail-roads and Locomotive-Engines, a dressed to the comittée of the rail-road between Liverpool and Manchester. 8. 39 S. London et Liverpool 1827.

A. *Andelle*, considération sur l'essor à donner en France aux chemins de fer avantages, qu'ils présentent, suivies des details de depenses et produits du chemin de fer de Liverpool à Manchester depuis son ouverture. Paris 1833.

Giebt neben allgemeinen Betrachtungen, Berichte über Kosten und Einnahme der Liverpooler-Bahn nebst allgemeinen Nutzanwendungen für Frankreich.

Wissenschaftliche Beschreibung und malerische Ansichten von der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester nach einer an Ort und Stelle angestellten Untersuchung, so wie nach Angabe des Baumeisters Stephenson und den, aus den Werken des letzteren, des Herrn Wood und anderen entlehnten Materialien, dargestellt vom Baumeister P. Moreau und geordnet von Auguste Notré. Mit 1 Karte und 5 Steintfln. 4. Weimar 1832. (1 Thlr. 6 gr.)

Ist ein ziemlich verständlicher, jedoch mehr für das größere Publikum berechneter Bericht, so wie auch die folgende Schrift.

Das größte Wunderwerk unserer Zeit, oder die Eisenbahn für Dampfwagen zwischen Liverpool und Manchester in England. 13 Kpft. Querfol. Nürnb. 1832. (1 Thlr. 12 gr.)

Memoire sur les chemin de fer de St. Etienne à Lyon, par St. Chamond, Rive-de-Gier et Givors. 4. 28 S. 1 lithogr. Plan. Paris 1826. (3 Fr.)

Compte rendu aux actionaires du chemin de fer de St. Etièenne à Lyon; par M M *Seguin* frères et C. *Biot*, gérants. 8. 55 S. Paris 1826.

Reglement intérieur de la Compagnie du chemin de fer de St. Etienne a Lyon. Arrêté par le conseil d'administration suivant délibérations en date de 11., 16., 18., 21. et 25. Mai 1827. Paris 1827.

Rapport du conseil d'Administration de la compagnie du chemin de fer de St. Etienne à Lyon, a l'assemblée générale de Actionnaires, du 20 Dec. 1827. Paris 1828.

Etat de situation de la compagnie du chemin de fer de St. Etienne à Lyon; au 31 Mars 1828. Lyon 1828.

Statuts de la société du chemin de fer de St. Etienne à Lyon, Par Givors et Rive-de-Gier. 8. XVI und 52 S. Paris 1827.

Hyacinthe *Bruchet*, considérations sur un chemin de fer de Paris à Lyon, par la Bourgogne, et de Paris à l'Océan par Dieppe, suivies de quelques observations sur l'intention du Gouvernement dans les travaux d'utilité publique. 8. Paris 1834.

N. F. *Bourget*, mémoire contre le chemin de fer de Marseille à Lyon et contre l'exportation des soies grèges. 8. Lyon 1834.

Des chemins de fer considérés comme voies de communications commerciales, et particulièrement du chemin de fer projeté de Paris à Orléans en concurrence avec le canal de l'Essonne. Paris 1831.

Navier, de l'etablissement d'un chemin de fer entre Paris et le Havre, lu à l'académie des Sciences le 1. Mai 1826. Paris 1826.

Notice sur le chemin de fer de Lyon à Marseille. Par la société soumissionaire Delome et Comp. 4. Paris 1832.

Memoire sur le chemin de fer de Roanne à Digoin, compare avec un canal. 4. Paris 1831.

Notice sur le chemin de fer de Roanne à Digoin publiée par la Compagnie concessionaire. 12. 1831. Paris avec

une carte général de la communication de Paris à Lyon par les chemins de fer de la Loire au Rhône.

Chemin de fer de Roanne à Digoin, de son influence locale comparée avec celle d'un canal. 12. Paris 1831.

Notice sur le chemin de fer de Paris à Pontoise, par la commission concessionaire. 12. Paris 1831.

Mines de Houille et chemin de fer d'Epinac aboutissant au canal de Bourgogne. 8. 29 S. 1 pl. Paris 1829.

Description de la route en fer à etablir d'Anvers à Cologne, en traversant. Duffet, Malines, Louvain, Tirlemont, Waremme, Liège, Verviers, Eupen, Aix-la-Chapelle, Duren et Cologne, avec embranchement d'Anvers à Liège, de Malines à Bruxelles, à Termonde et à Gand, de Tirlemont à Namur etc. enrichie de 8 Chartes. Memoire à l'appui du projet d'un chemin à ornières de fer à etablir entre Anvers, Bruxelles, Liège et Vervrers, destiné à former la tre Section de la nouvelle route d'Anvers à Cologne. Redigé d'après les ordres du Mīnistre de l'interieur par *Simons* et De *Ridder*, Ingenieurs de pents et chaussées. 2 Edit. gr. 8. Bruxelles 1833. (5 Fr.) 1 Edit. 1832 März.)

Dieſe Schrift verbreitet ſich über die Nothwendigkeit dieſer Bahnanlage, die Art ihrer Ausführung, die Koſten und wahrſcheinliche Einnahme, und giebt ſchätzbare techniſche Aufſchlüſſe.

Route en fer, projetée d'Anvers à la Meuse et vers le Rhin. Notes sur la question du mode d'exécution, pour fair suite au Memoire, redigé en exécution des ordres de Mr. le Ministre de l'interieur, par les Ingenieurs Simons et de Ridder. 4. Bruxelles. Juni 1833.

Dieß iſt eine weitere Entwickelung der erſten Schrift über die Art der Ausführung des Projects, und Beantwortung mancher gemachten Einwürfe, insbeſondere in Betreff des Vorſchlags, daß die Regierung ſich an die Spitze des Unternehmens ſtellen ſolle. Eine in ähnlicher Art polemiſche Denkſchrift, welche jedoch, wie die obengenannte nicht in den Buchhandel gekommen zu ſeyn ſcheint, iſt ein

Memoire de l'inspecteur Visquain,
mit gegenüber stehender
Replique des Ingenieurs (Simons et de Ridder) Bruxelles le 1 Sept. 1833. 4.

Hiermit im Zusammenhange steht:

Memoire sur l'établissement d'un chemin de fer de Malines à Ostende comme embranchement de la grande route commerciale d'Anvers et des Bruxelles au Rhin, redigé en exécution des ordres de Mr. le Ministre de l'interieur par les ingenieurs *Simons* et de *Ridder*. Nov. 1833. 4. avec Charte. 32 S. Bruxelles.

Uebersetzt in Crelles Journ. für die Baukunst Bd. 9. S: 33.

Depouhon, de l'etat du commerce en Belgique et de la route en fer d'Anvers à la Prusse. 8. 96 S. Bruxelles 1833.

Diese Broschüre betrachtet das Unternehmen von der merkantilischen Seite und gründet darauf Vorschläge für die Ausführung.

Depouhon, considérations sur le projet de loi relatif aux chemins de fer. 8. XIII und 38 S. Bruxelles 1833.

Verbreitet sich über den, von der Belgischen Regierung über die Anlage von Eisenbahnen seiner Zeit bekannt gemachten Gesetzesentwurf.

Depouhon, du mode d'exécution du système des chemins de fer en Belgique. 8. 36 S.

Hier werden Ansichten und Vorschläge über die Art der Ausführung des Planes zu einem belgischen Eisenbahnsystem, namentlich über die Geldmittel und die Art ihrer Auftreibung, vorgetragen. Auf diese Flugschriften von Depouhon sind nicht in den eigentlichen Buchhandel gekommen.

Plieninger, kurzer Bericht über die Eisenbahn von Brüssel nach Mecheln, nebst allgemeinen Bemerkungen über Eisenbahnanlagen überhaupt und einer geordneten Zusammenstellung der bisherigen Literatur über Eisenbahnen, Dampfwagen und Dampfmaschinen. Mit 1 Steintafel. Stuttgart 1836.

Zur Eisenbahn von Cöln nach Antwerpen. gr. 8. Cöln. Schmitz 1833. (8 gr.)

Enthält allgemeine Raisonnements über das, seit mehreren Jahren gefaßte, jedoch noch nicht zur Ausführung gekommene Project einer Verbindung der Schelde mit dem Rhein von Antwerpen nach Cöln. Eben so

L. Henz. Denkschrift zur Begründung des Projectes der Erbauung einer Eisenbahn zwischen Cöln und Eupen als deutsche Hälfte der Bahn von Cöln nach Antwerpen (Auszug der speciellen Bearbeitung des Plans) mit 1 Karte. Quer 4. VI und 117 S. Leipzig 1835. (16 gr.)

Diese von dem Comité der Cölner-Bahn zum Druck beförderte Denkschrift enthält sehr schätzbare, technische Nachweisungen, so wie auch Berechnungen über Aufwand und wahrscheinlichen Ertrag der fraglichen Bahn.

Fr. Harkort, die Eisenbahn von Minden nach Cöln. Mit 1 Karte. 7 Steintfln. gr. 8. 5 Bog. Cöln, Hagen 1833. (1 Thlr.)

Diese Schrift enthält das Project einer Verlängerung der Cöllner-Eisenbahn nach der deutschen Seite.

L. Henz. Bericht über Project und Vorarbeiten zu der Anlage einer Eisenbahn von Elberfeld über Hagen nach Wittwen. Mit 1 Karte. 4. Elberfeld 1936. (1½ Thlr.)

Plan der ersten österreichischen Eisenbahn zwischen Budweis und dem Scheidungspunkte des Gebirges zwischen der Moldau und Donau. Groß Landkartenformat. Wien (1 Thlr. 16 gr.)

Franz Ant. v. Gerstner, über die Vortheile der Anlage einer Eisenbahn zwischen der Moldau und der Donau. gr. 8. Wien 1835. (18 gr.)

F. A. v. Gerstner, Bericht an die Actionaire über den Stand der Kgl. priv. Eisenbahn-Unternehmung zwischen der Moldau und der Donau. Wien 1827.

F. A. v. Gerstner, über die Vortheile der Unternehmung einer Eisenbahn zwischen der Moldau und der Donau. Febr. 1829. 4. Wien 1829. (12 gr.)

Bericht über den Stand der Eisenbahn-Unternehmung zwischen Budweis und Mauthausen, erstattet von der Direction der Königl. privil. ersten Eisenbahn-Gesellschaft. Wien 30. Januar 1829.

Das Project der Wiener=Bochnia=Eisenbahn in technischer kommerzieller und finanzieller Hinsicht betrachtet. Mit 1 Uebersichtskarte. 4. Wien 1836. (8 gr.)

Ueber die seit Decbr. 1835 eröffnete Bahn von Nürnberg nach Fürth sind zerstreute Notizen in öffentlichen Blättern vielfältig vorhanden. Außerdem erschienen folgende Denkschriften.

Erwiederung auf die Einladung zu Gründung einer Gesellschaft für die Errichtung einer Eisenbahn mit Dampfschifffarth zwischen Nürnb. und Fürth. 8. Nürnb. 1833. (2 gr.)

M. B. Wellmer, Bericht an die Herren Actionaire und das Publikum über die Ludwigs=Eisenbahn=Angelegenheit. 8. 56 S. Nürnberg. (4 gr.)

Statuten der Ludwigs=Eisenbahn=Gesellschaft zu Nürnberg (vom 18 Nov. 1833) 4. 10 S.

Deutschlands erste Eisenbahn mit Dampfkraft, oder Verhandlungen der Ludwigs=Eisenbahn=Gesellschaft in Nürnberg von ihrer Entstehung bis zur Vollendung der Bahn, mit Darlegung des Erfolges ihres Betriebes in den ersten drei Monaten, und mit drei Blättern lithogr. Zeichnungen der Bahn und ihrer Bestandtheile, von Johannes Scharrer, Mitglied und Referenten des Directoriums. 4. VI und 108 S. 4 S. Beil. Nürnberg 1836. (1 Thlr.)

Enthält die sämmtlichen Actenstücke über diese Angelegenheit.

Stephensons Locomotive auf der Ludwigs=Eisenbahn von Nürnberg nach Fürth in ihrer Ruhe und Thätigkeit dargestellt von G. Rebenstein. 8. 2 Steintafeln. 40 S. Nürnberg 1836.

Die schwebende Eisenbahn bei Posen und Project zu einer allgemeinen Eisenbahn durch den preußischen Staat, von M. v. Prittwitz. 8. 84 S. Posen 1834. (12 gr.)

Diese Broschüre giebt Nachricht von einer 1800 Schritte langen, zu Posen für den Transport von Ziegeln aus einer Ziegelei bis zum Fluß errichteten, sehr einfachen Palmerschen Bahn mit einer Schiene, und macht Vorschläge zu Einführung dieser Art von Bahn durch ganz Preußen. Die auch über anderweitige, projectirte und ausgeführte Bahnen ge=

gebenen Notizen sind schätzenswerth. Siehe S. 345 dieses Werks.

L. Newhouse, Vorschlag zu Herstellung einer Eisenbahn im Großherzogthume Baden von Mannheim bis Basel und an den Bodensee, als zweckmäßiges Mittel, Landbau, Handel und Gewerbe in Flor zu bringen, den Gütern und Produkten einen größern Werth zu verschaffen, und so den Nationalreichtum zu erhöhen. Mit 2 Abbildungen. gr. 8. Carlsruhe 1833. (1 Thlr.)

Jos. v. Baader, Vorschläge zu einer Eisenbahn zwischen München und Starnberg. München 1832.

Ueber projectirte Eisenbahnen im Königreich Hannover. Juni 1835. gr. 4. 8 S. Hannover 1835. (10 gr.)

Ist eine aus Hannover'schen Blättern abgedruckte Flugschrift.

Zur Eisenbahn von Hannover und Braunschweig nach Hamburg. 46 S. Hamburg (6 gr.)

F. Glünder, kurze Darstellung einer der wichtigsten Verhältnisse bei Eisenbahnen, mit besonderer Beziehung auf solche Anlagen zwischen Hamburg, Bremen und Hannover. gr. 8. 36 S. Mit 1 Tabelle. Hannover 1834. (6 gr.)

Darstellung einiger Verhältnisse in Beziehung auf die Hamburg-Hannöversche Eisenbahn, mit Angabe ihres großen allgemeinen Nutzens und ihrer besonderen Vortheile für das Königreich Hannover. gr. 8. $2^1/_2$ Bogen mit Tabelle und Karte. Hannover 1835. (8 gr.)

Znr Eisenbahn von Hannover und Braunschweig nach Homburg, oder die Frage; Soll die Eisenbahn durch eine Brücke über die Elbe mit Hamburg in Verbindung gesetzt werden, oder nicht? Von einem Hannoveraner. gr. 8. 3 Bogen. Hamburg 1835. (6 gr.)

Hat blos lokales Interesse. Eben so.

Noch zur Eisenbahn von Hannover und Braunschweig nach Hamburg. II. $1^1/_4$ Bog. 8. Daselbst 1836.

Remarks on the proposed Railway from Hamburg to Hannover and Brunswick (v. Taylor) Hamburg 1835.

(Eine Fortsetzung erschien im Frühjahr 1836.)

Asher, einige Bemerkungen über die von Hamburg nach Hannover anzulegende Eisenbahn. 2 Bgn. 8. Hamburg 1835. (6 gr.

Bemerkungen über die von Hannover und Braunschweig nach Hamburg beabsichtigte Eisenbahn. II. Aus dem Englischen daselbst 1835. (12 gr.)

J. W. Schäffer, die Eisenbahn in Churhessen. Bericht des landständischen Ausschusses für Handel und Gewerbe. Nebst zugefügten Noten und zweien Anlagen, enthaltend: 1) Zusammenstellung der bisherigen Schriften über Eisenbahnen; 2) Prospectus und Vorschlag zur Anlage einer großen Continental-Eisenbahn. gr. 8. 5½ Bogen. Cassel 1835. (8 gr.)

Hieraus Nro. 2 besonders abgedruckt.

Prospectus und Vorschlag zu Anlage einer großen Continental-Eisenbahn zu Verbindung der Ost- und Nord-See, der Donau und dem schwarzen Meere. 2 Bgn. Daselbst. (4 gr.)

Hierher gehören auch folgende Schriften, die sächsische Bahn betreffend.

Berichte (sieben) das Eisenbahn-Comité zu Leipzig an das Publikum. gr. 4. Leipzig 1835, 5½ Bgn. Mit einer Karte. (18 gr.)

Dekret, die allerhöchste und höchste Genehmigung der Einrichtung einer Eisenbahn zwischen Leipzig und Dresden (vom 6. Mai 1835), so wie des nachstehenden Entwurfs der Statuten der Leipzig-Dresdener-Eisenbahn-Compagnie betreffend. 8. 34 S.

Sächsisches Expropriationsgesetz, oder die Ableitung des Grundeigenthums bei den im Königreiche Sachsen anzulegenden Eisenbahntracten, nach den darüber erschienenen Gesetzen bearbeitet und mit Hinzufügung rationell-landwirthschaftlicher Erläuterungen, für Beamte, Taxatoren, Grundeigenthümer und alle sonstigen Interessenten systematisch dargestellt von einem Cameralisten. Leipzig 1836. kl. 8. 96 S.

Eine Schrift, welche das sächsische Expropriationsgesetz in Betreff der Eisenbahnprojecte, unter Hinweisung auf die

vorhandenen, älteren, hieher Bezug habenden Gesetze, zum allgemeinen Verständnisse weiter ausgeführt und erläutert.

Gme. Tell. *Poussin*, travaux d'ameliorations intérieurs, projetes et exécutés par le Gouvernement général des Etats unis d'Amérique de 1824 à 1831. Paris.

Von beiden Schriften Pouissins wird nächstens eine deutsche Bearbeitung vom Bauconducteur Lehritter in Regensburg erscheinen.

Ueber die Eisenbahnen in den vereinigten Staaten in Nordamerika. Nach des Hrn. Gme. Tell Pouissin Travaux d'améliorations etc. im Auszug mitgetheilt von Herm. J. Lehritter. Mit 1 Taf. Abbild. Regensburg.

The american Rail-road Journal,

welches seit 1832 zu Newyork erscheint und technische und erzählende Berichte über die in Amerika projectirten, begonnenen und ausgeführten Eisenbahnen giebt.

III. Ueber Dampfmaschinen und Dampfwagen.

Alex. Gordon, historical and practical treatise on demental locomotion by Steam carriages on common roads etc. 8. London 1832. 14 Tafeln.

Ist auch übersetzt worden.

Alex. Gordon, historische und practische Abhandlung über Fortbewegung ohne Thierkraft mittelst Dampfwagen auf gewöhnlichen Baustraßen. Aus dem Englischen. 14 Tfln. gr. 8. Weimar 1833. (2 Thlr. 6 gr.)

Aconcise history of Steam carriages of common Turnpike-roads and the progess of their improvement. With a sketch of Sir Charles Dancés Steam-Carriages. London 1833. 8. (1 Sh. 6 den.)

Godesworthey Gurney, observations on steam-carriages on common Turnpike-roads. London 1832.

Mary, notice sur les voitures à vapeur, employées en Angleterre sur les routes ordinaires. 8. Paris 1834.

Des voitures à vapeur, destinées aux transports sur les routes ordinaires, par *Simons* et De *Ridel* 4. 11 S. Dec. 1833. Bruxelles 1834.

Joſ. v. Baader, die Unmöglichkeit, Dampfwagen auf gewöhnlichen Straßen mit Vortheil als allgemeines Transportmittel einzuführen, und die Ungereimtheit aller Projecte, die Eiſenbahnen dadurch entbehrlich zu machen. Nach den bisherigen Erfahrungen durch wiſſenſchaftliche Beleuchtung dargeſtellt. gr. 8. Nürnberg 1825. XVI und 56 S.

Die Eiſenbahn eine faßliche Beſchreibung der Beſtandtheile, Darſtellung des Nutzens und Geſchichte der Eiſenbahnen, nebſt einer Ueberſicht der in Deutſchland projectirten Eiſenbahnen und einigen Nachrichten über die Leipzig-Dresdener-Eiſenbahn. Mit 4 Kupfertafeln. 1 Bogen. Lex. 8. Leipzig 1836. (8 gr.)

Darſtellung einer anzulegenden Eiſenbahn von der königl. preußiſchen Saline Dürrenberg und der ſchiffbaren Saale daſelbſt bis nach Leipzig auf den Waageplatz vor dem Halleſchen Thore. gr. 4. Dresden. (14 gr.)

Proſpectus über die Erbauung einer Eiſenbahn von Saarbrücken bis zur Reinſchanze bei Mannheim. Saarbrücken am 26. Jan. 1836. (½ Bg. 4.)

Fr. A. Ritter v. Gerſtner. Ueber die Vortheile der Anlage einer Eiſenbahn von St. Petersburg nach Zarskoe-Selo und Pawlosk. St. Petersburg im März 1886.

Report of Massachusets on the practicability and expediency of a rail road from Boston to the Hudson river, and from Boston to Providence. Submitted to the general Court. Jan. 1829. To wich are annexed the reports of the Enginers, containing the resutts of their surveys and estimates of the cost of constructing a rail-road on each of the routes selected. With Plans and profiles of the routes. 8. Boston 1829.

Gm. Tell. *Pouissin*, chemins de fer americains historique de leur construction, prix de revient et de produit, mode d'administration adopté, resumé de la legislation, qui les régit; faisant suite aux travaux d'améliorations intérieurs. 4. 36½ Bogen. Mit 7 Kupfer und 1 Karte. Paris 1836.

Giebt eine vollständige Zusammenstellung der bis jetzt in Nordamerika ausgeführten Eisenbahnen nach dem Geschichtlichen ihrer Ausführung, ihren Kosten und ihrem Ertrage, ihrer Unterhaltung und den auf dieselben Bezug habenden Gesetzen und Verordnungen. Auch in folgendem Werke desselben Verfassers finden sich Nachweisungen über amerikanische Eisenbahnen.

Alex. Lips, die Unanwendbarkeit der englischen Eisenbahnen auf Deutschland, und deren Ersatz durch Dampf-Fuhrwerk auf verbesserten Chausseen, am Anfang einer neuen Aera, welchem das Transportwesen und der Straßenbau und mit diesen zugleich der Handel in Deutschland nothwendig entgegengeht. gr. 8. Nürnberg 1833. (10 gr.)

L. Kufahl, theoretische und practische Abhandlung über die Dampfschifffahrt ꝛc. Nebst einem Anhang über Dampfwagen und Förderungsmittel auf gewöhnlichen Kunststraßen. Mit 1 Kupft. gr. 8. Berlin 1833. (18 gr.)

L. Newhouse, über Chaussee-Dampfwagen statt Eisenbahnen mit Dampfwagen in Deutschland. gr. 8. Mannheim 1835. (3 gr.)

F. M. G. de Pambour, practical treatise on locomotive-Engines upon rail-ways. 8. London 1835. (12 Sh.)

Und die französische Bearbeitung.

F. M. *Guigonneau de Pambour*, traité theorique et pratique des machines locomotives. Paris 1835. 8. (7 Fr. 50 Cent.)

Unter dem Titel: Pambour „practische Abhandlung über Dampfwagen auf Eisenbahnen. Aus dem Englischen. Mit 4 Kupfertafeln," wird zu Berlin eine deutsche Bearbeitung erscheinen.

Dieses Werk umfaßt die bisherigen Fortschritte im Bau der Locomotiven.

Der Bd. IV. der Prechtl'schen technol. Encyklopädie enthält in dem Artikel „Dampfwagen" eine treffliche Arbeit über diesen Gegenstand.

Unter den vielen Werken über Dampfmaschinen im Allgemeinen sind hauptsächlich wichtig:

Tredgold, the Steam-Engine, comprising an account of ils Improvements, principles, best proportions and most prominent applications, with numerous, tables, plates and Woodcuts. 4. London 1827.

Dieses treffliche Werk wurde 1828 vom Ober-Ingenieur Mellet zu Paris ins Französische übersetzt.

Severin, Beiträge zur Kenntniß der Dampfmaschinen. Bildet den ersten Theil von den Abhandlungen der königl. preuß. Deputation für Gewerbe. Berlin 1829.

Dieses klassische in Folio gedruckte Werk ist von einer großen Anzahl herrlicher Kupfertafeln von wirklich ausgeführten Dampfmaschinen begleitet.

Bernouilli, Handbuch der Dampfmaschinen für Techniker und Freunde der Mechanik. Mit 12 Steintafeln. Stuttgart 1833. 29 Bog. 8. ($2^1/_6$ Rthlr.)

Verdam, Grundsätze, nach welchen alle Arten von Dampfmaschinen zu beurtheilen und zu erbauen sind. Aus dem Holländischen von C. A. Schmidt. 39 Bogen 8. Mit 12 Steintafeln. Weimar 1835. ($2^1/_2$ Thlr.)

Lardner, die Dampfmaschine, faßlich beschrieben und erklärt, insbesondere in ihrer practischen Anwendung auf Eisenbahnen und Dampfschifffahrt, nebst Winken über Eisenbahnanlagen und deren Bedingungen. Nach der 5. Auflage [1]). Aus dem Englischen übersetzt. 19 Bog. 8. Mit 5 Steintafeln. Leipzig 1836. (2 Rthlr.)

IV. Unter den deutschen technischen Zeitschriften enthalten besonders die folgenden viele und richtige Aufsätze über Eisenbahnen, Dampfwagen ꝛc.

Dingler's polytechnisches Journal.

Weber's Zeitblatt für Gewerbtreibende.

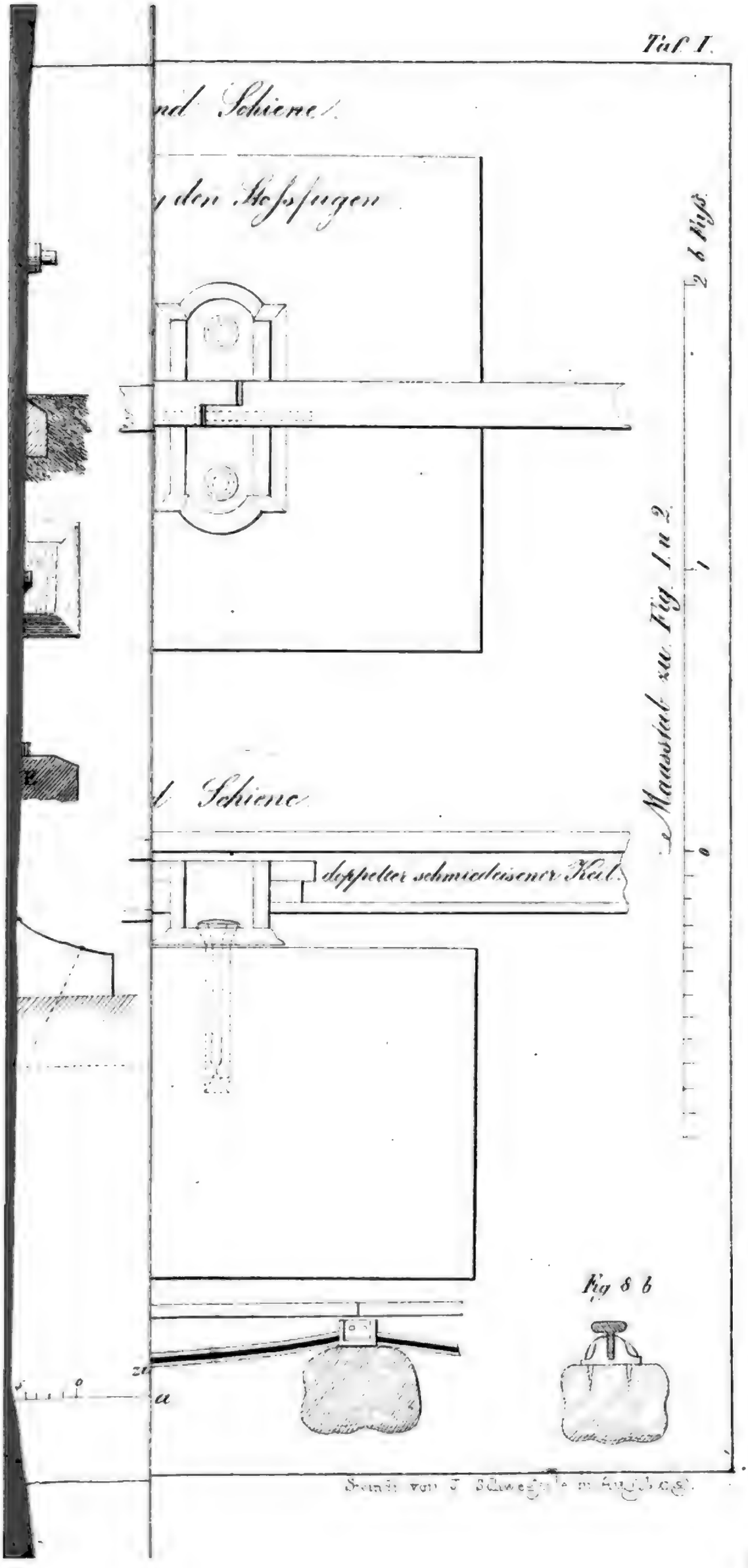
Karsten's Archiv für Bergbau und Hüttenwesen und die Fortsetzung desselben: Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau und Hüttenkunde.

Crelle's Journal für die Baukunst.

Verhandlungen des Vereins zu Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen.

---

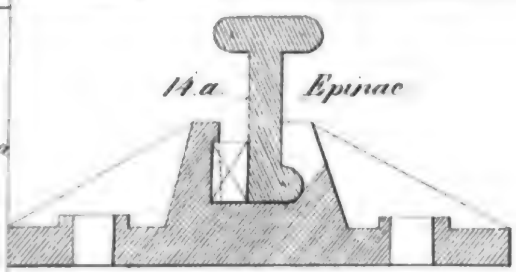
1) Von dem Original erschien im August 1836 schon eine 6te Auflage.



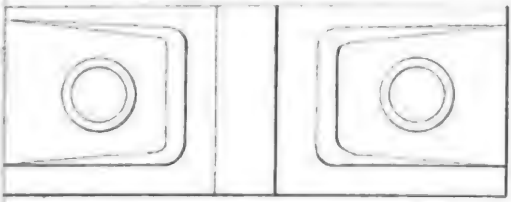
Steindr. von J. Schwegerle in Augsburg.

Digitized by Google

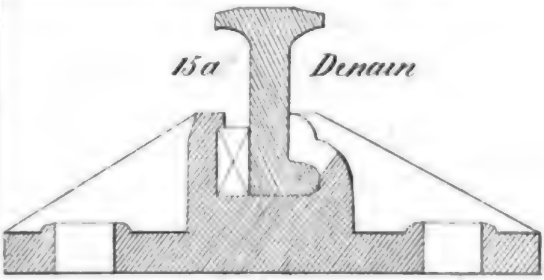
14 a. Epinac



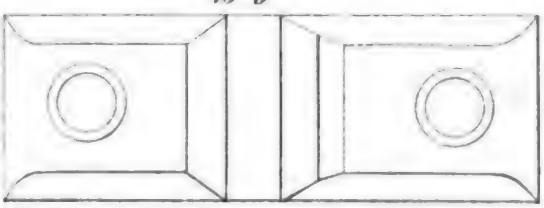
14 b.



15 a. Denain

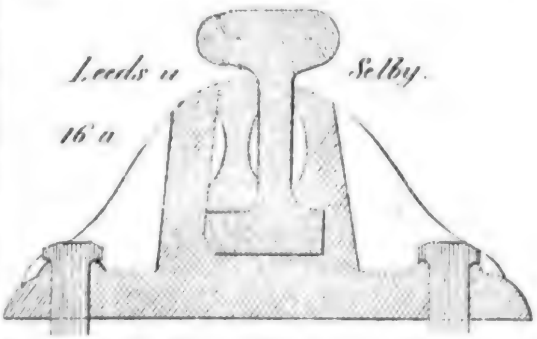


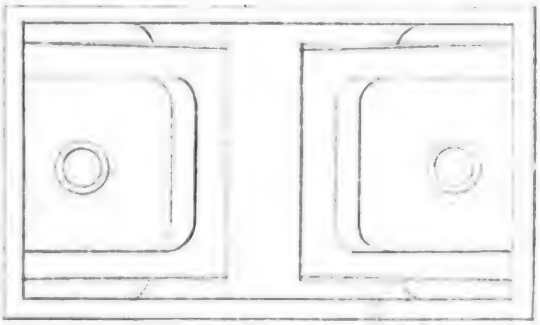
15 b

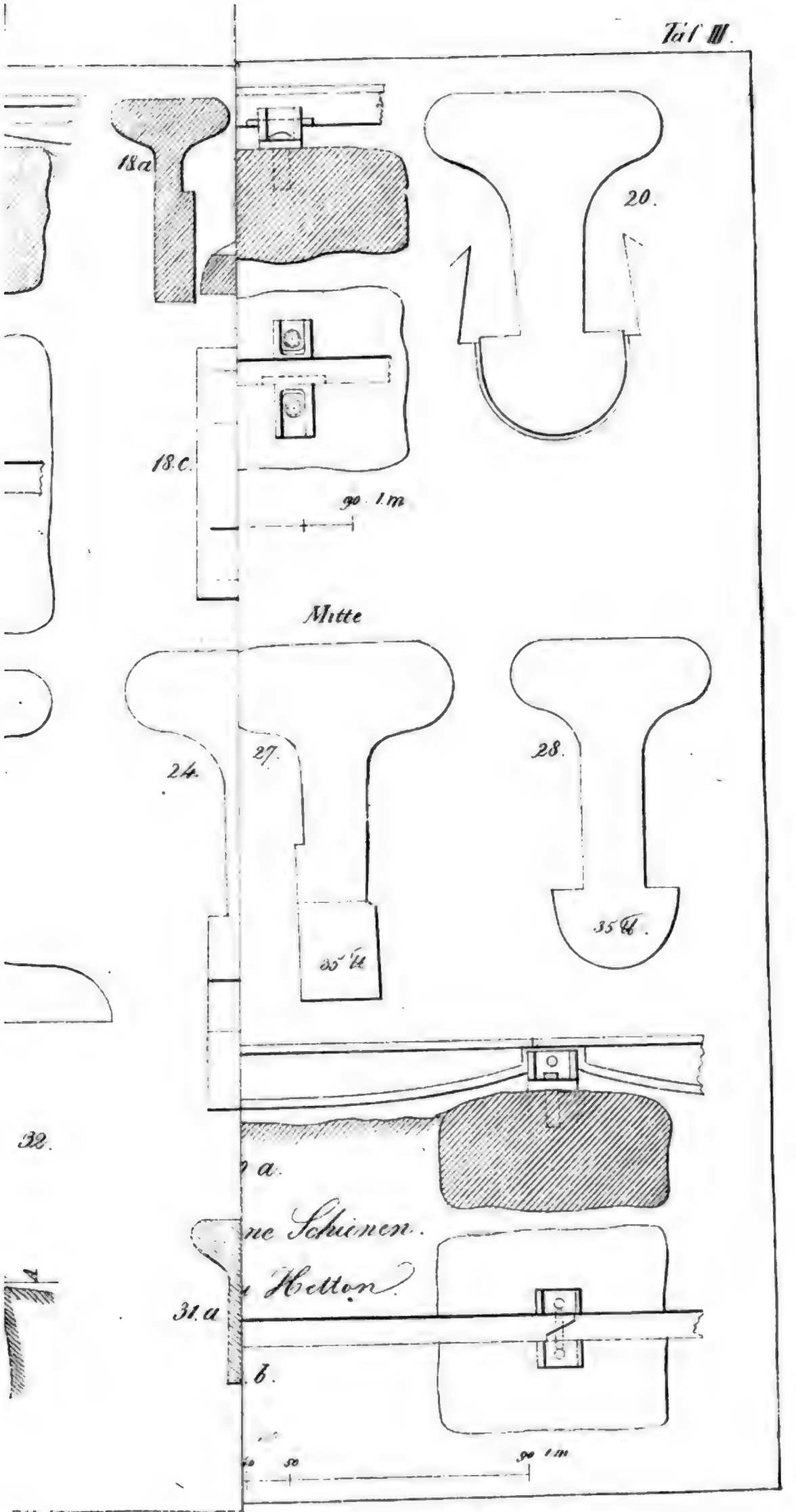


Leeds u. Selby.

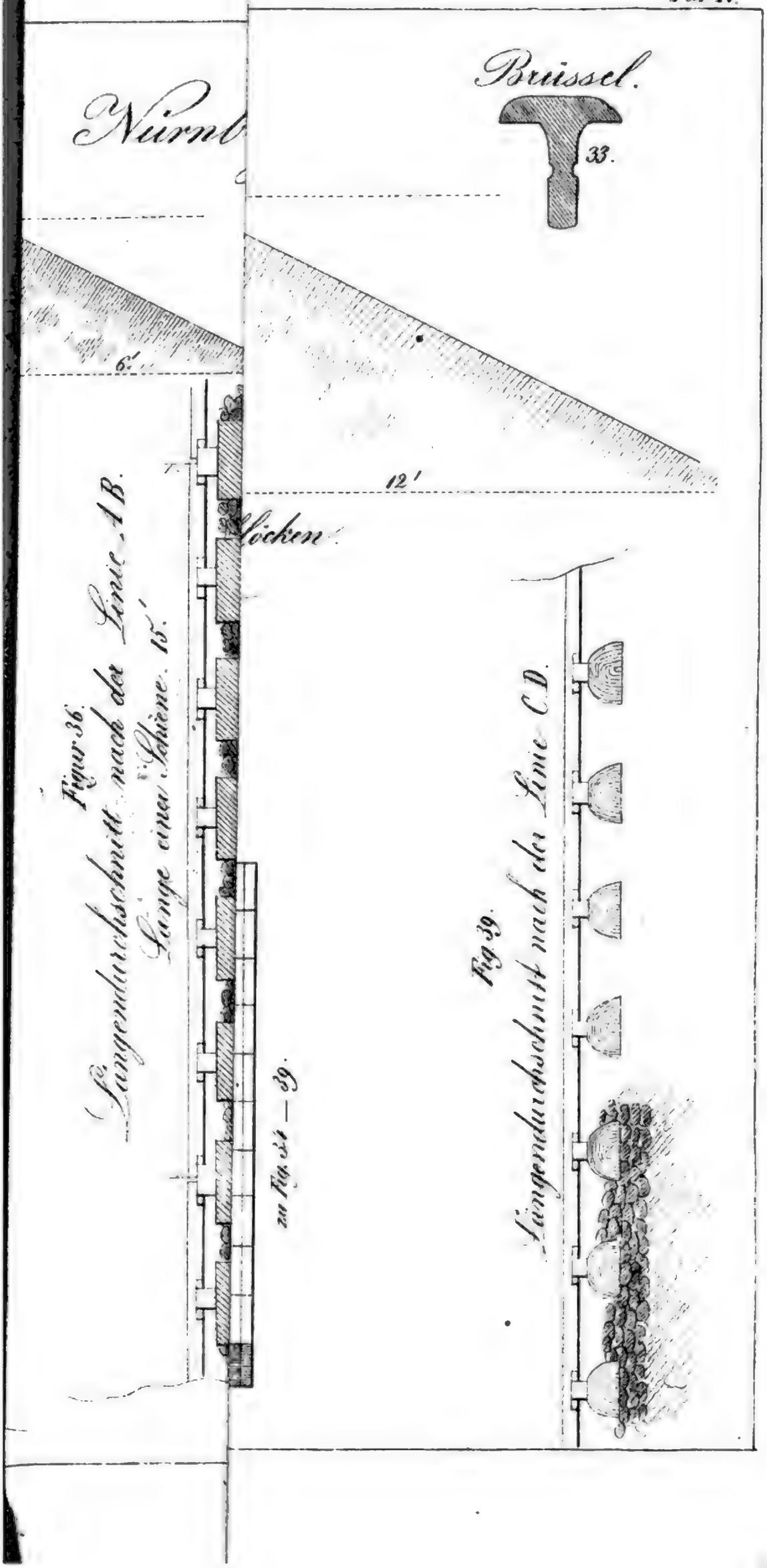
16 a

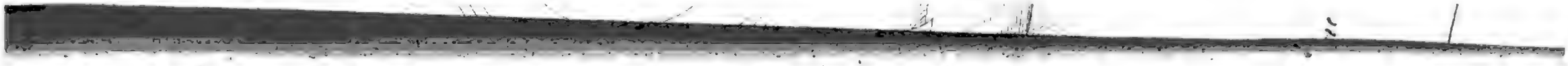


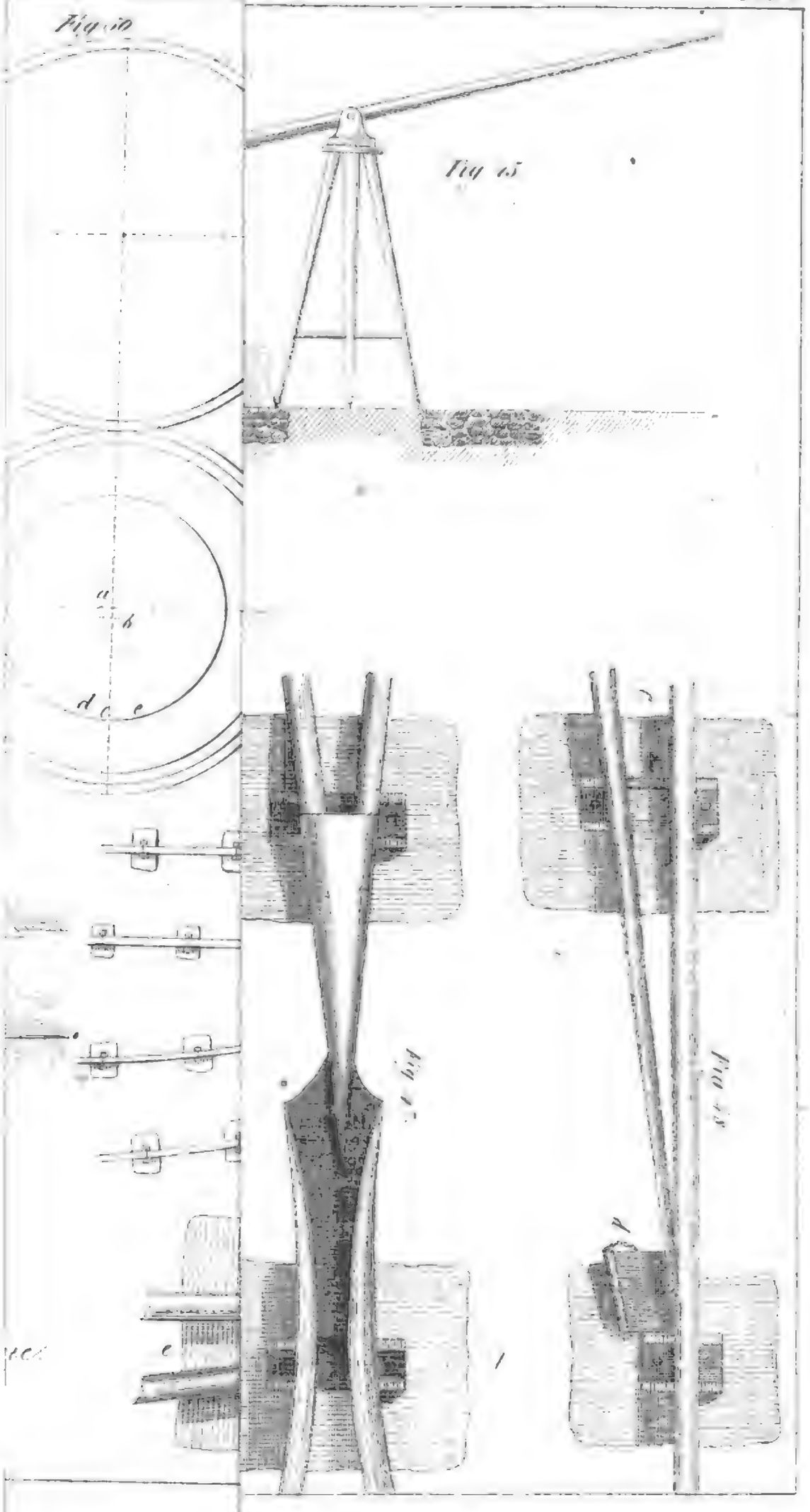



18a
20.
18.c.
90 1m
Mitte
24.
27.
28.
35 H.
35 H.
32.
a.
ne Schienen.
Hetton
31.a
b.
90 1m

Digitized by Google

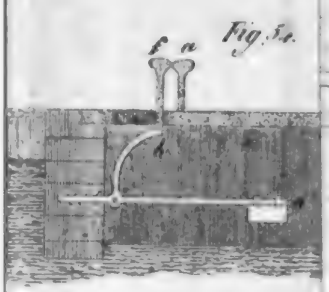

Nürnb
Brüssel.
33.
6'
12'
Löcken
Figur 36.
Längendurchschnitt nach der Linie AB.
Länge einer Schiene 15'
zu Fig. 34 — 39.
Fig. 39.
Längendurchschnitt nach der Linie CD.

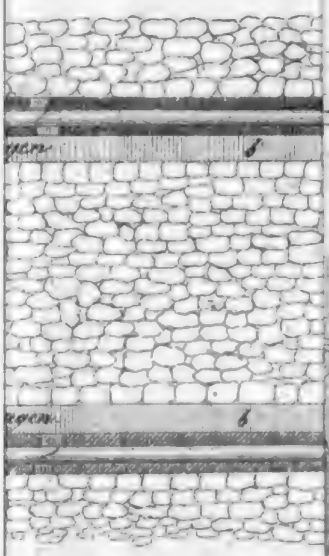


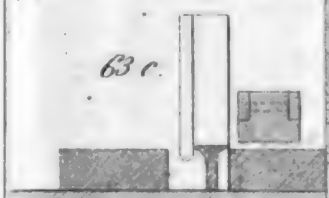


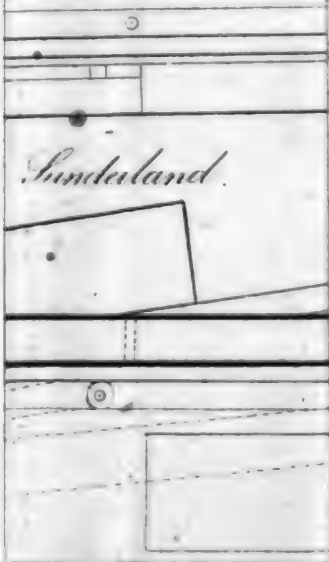
Digitized by Google

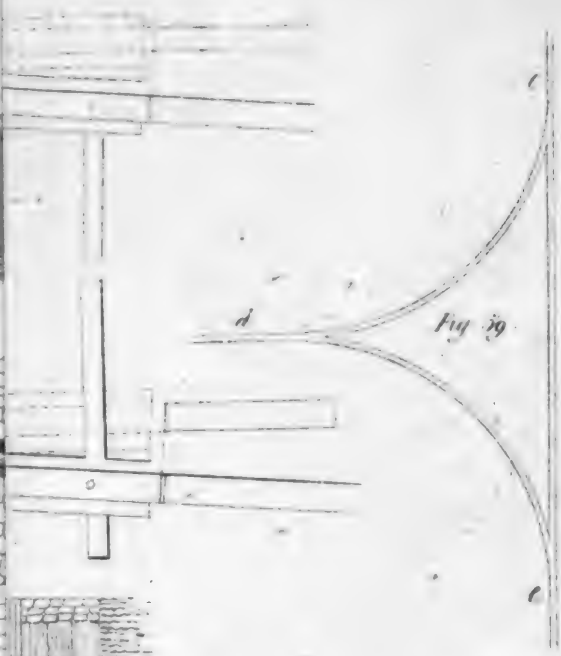
Digitized by Google

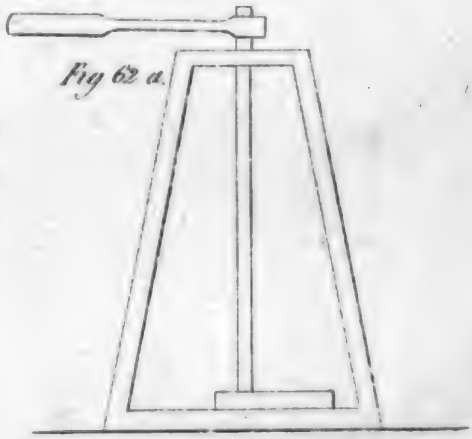


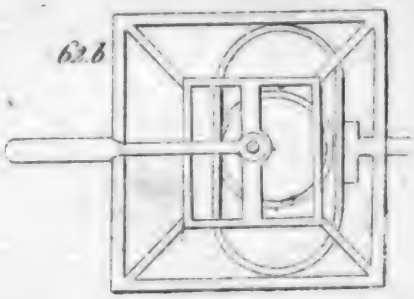




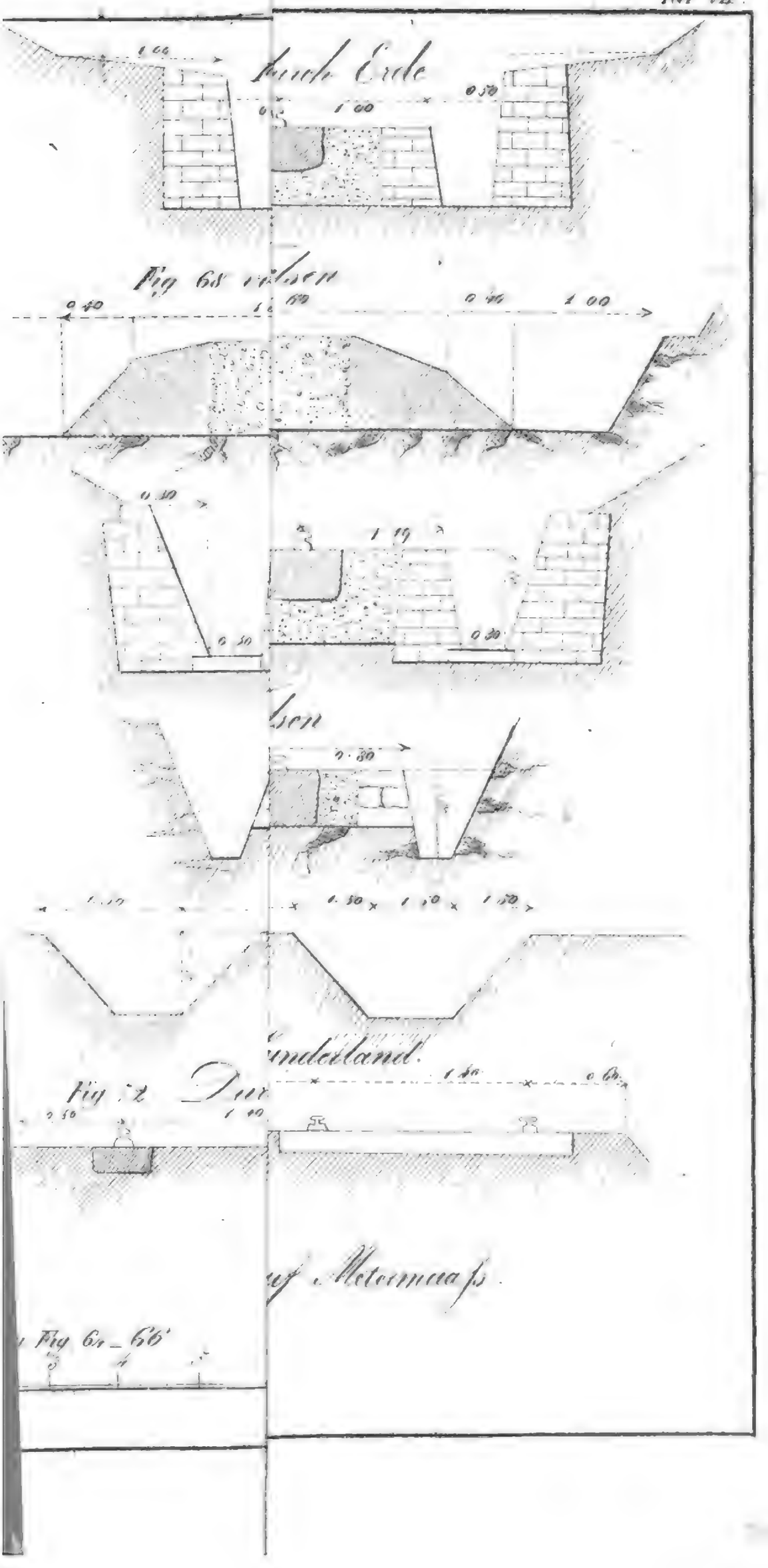




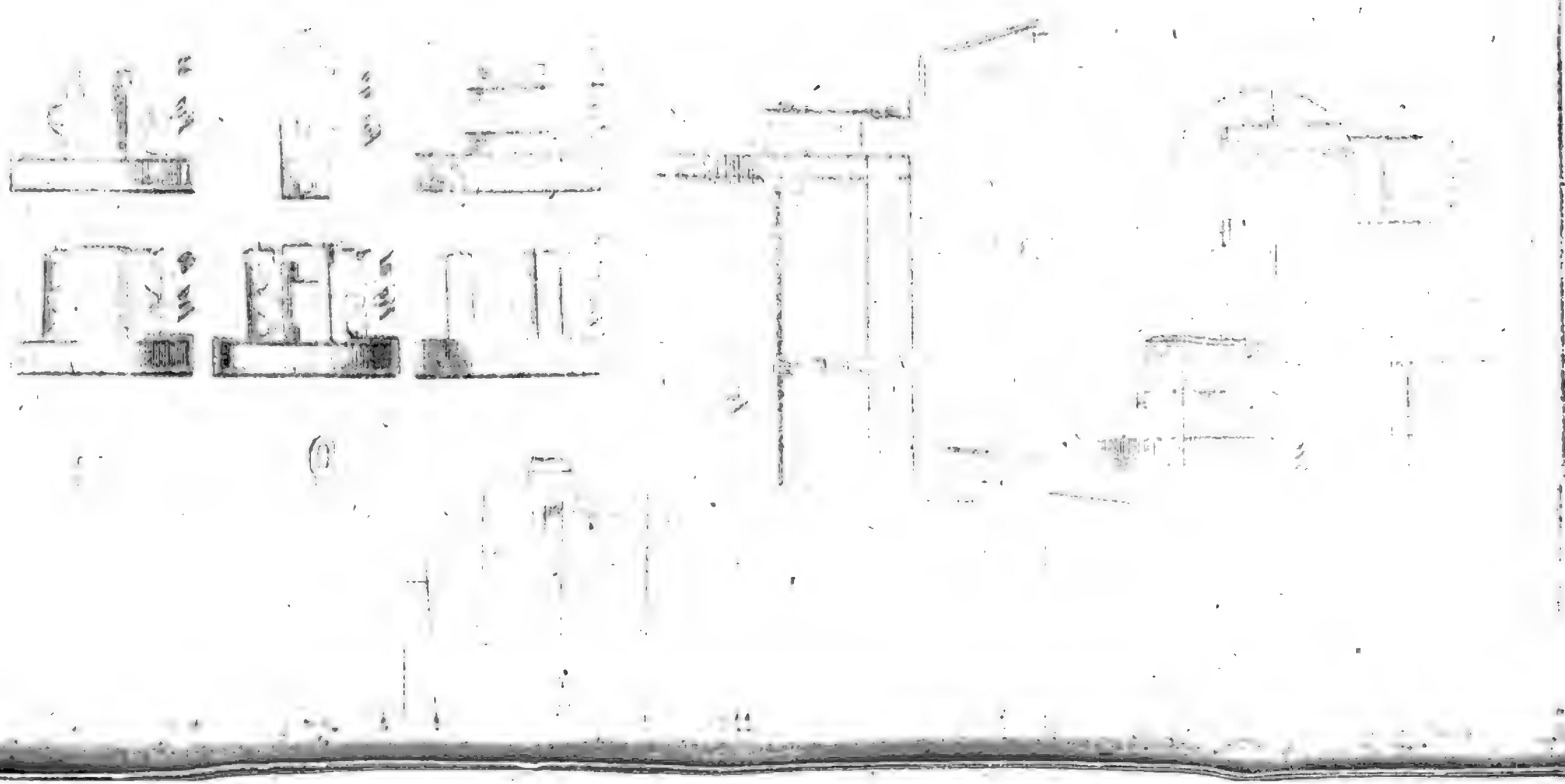


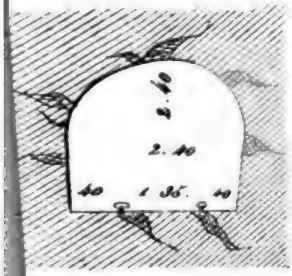


Digitized by Google



by Google





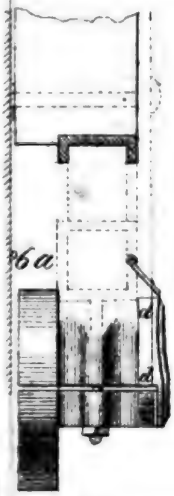
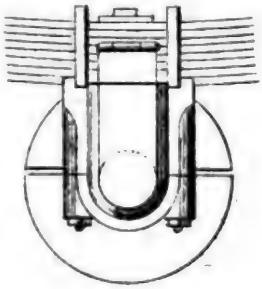


Fig. 86. b.



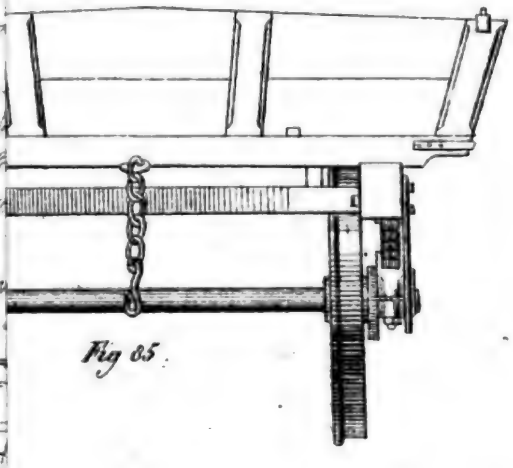


Fig 85.

Fig 87. b

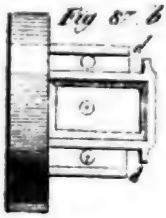


Fig 87. a

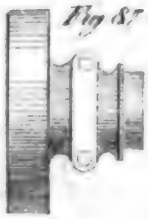


Fig 91

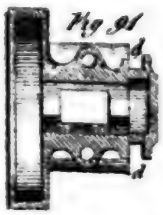


Fig 90

Fig 89

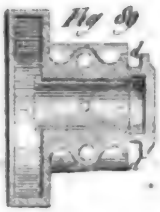
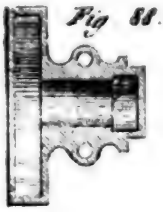


Fig 88.



Digitized by Google

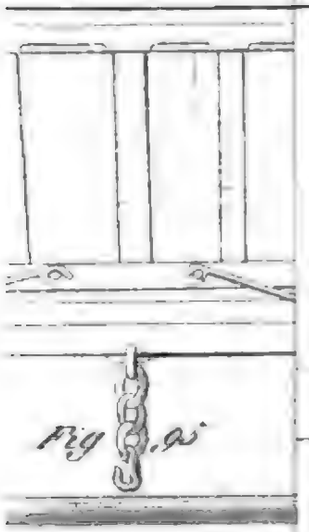


Fig. 96

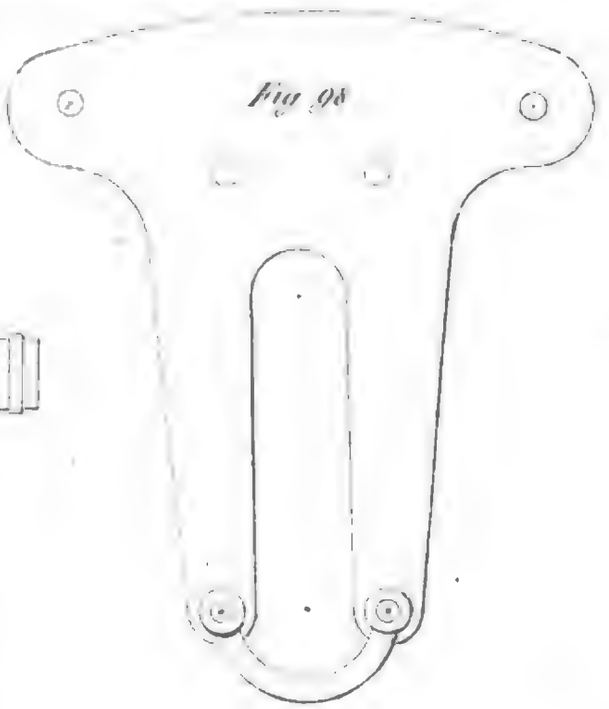


Fig. 98

8 9

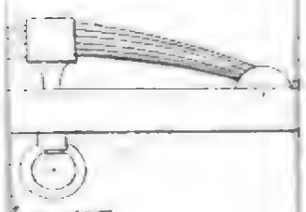


Fig. 107

Fig. 102.

Fig. 108

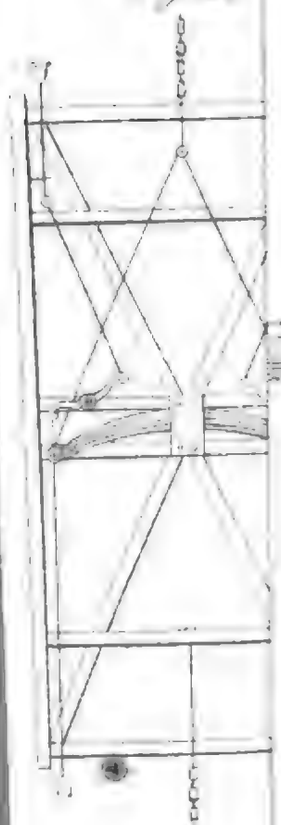
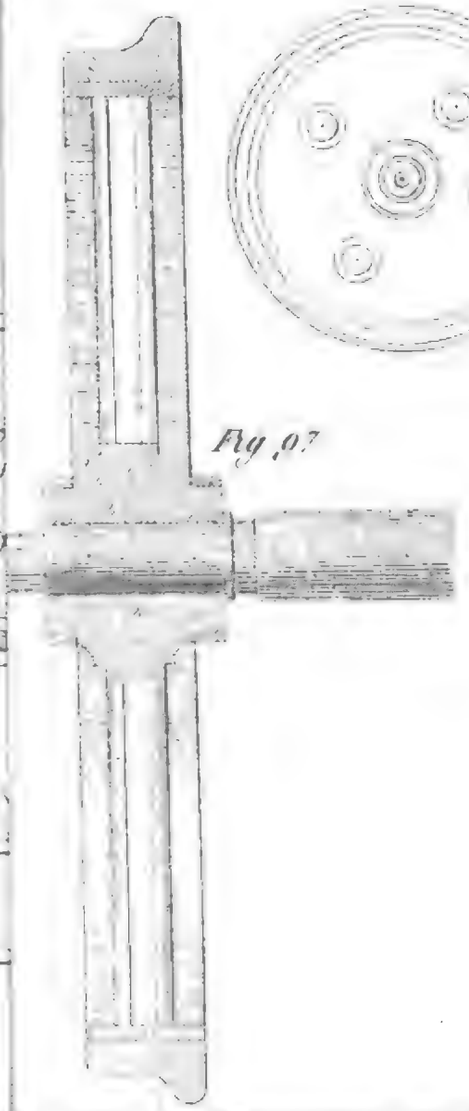
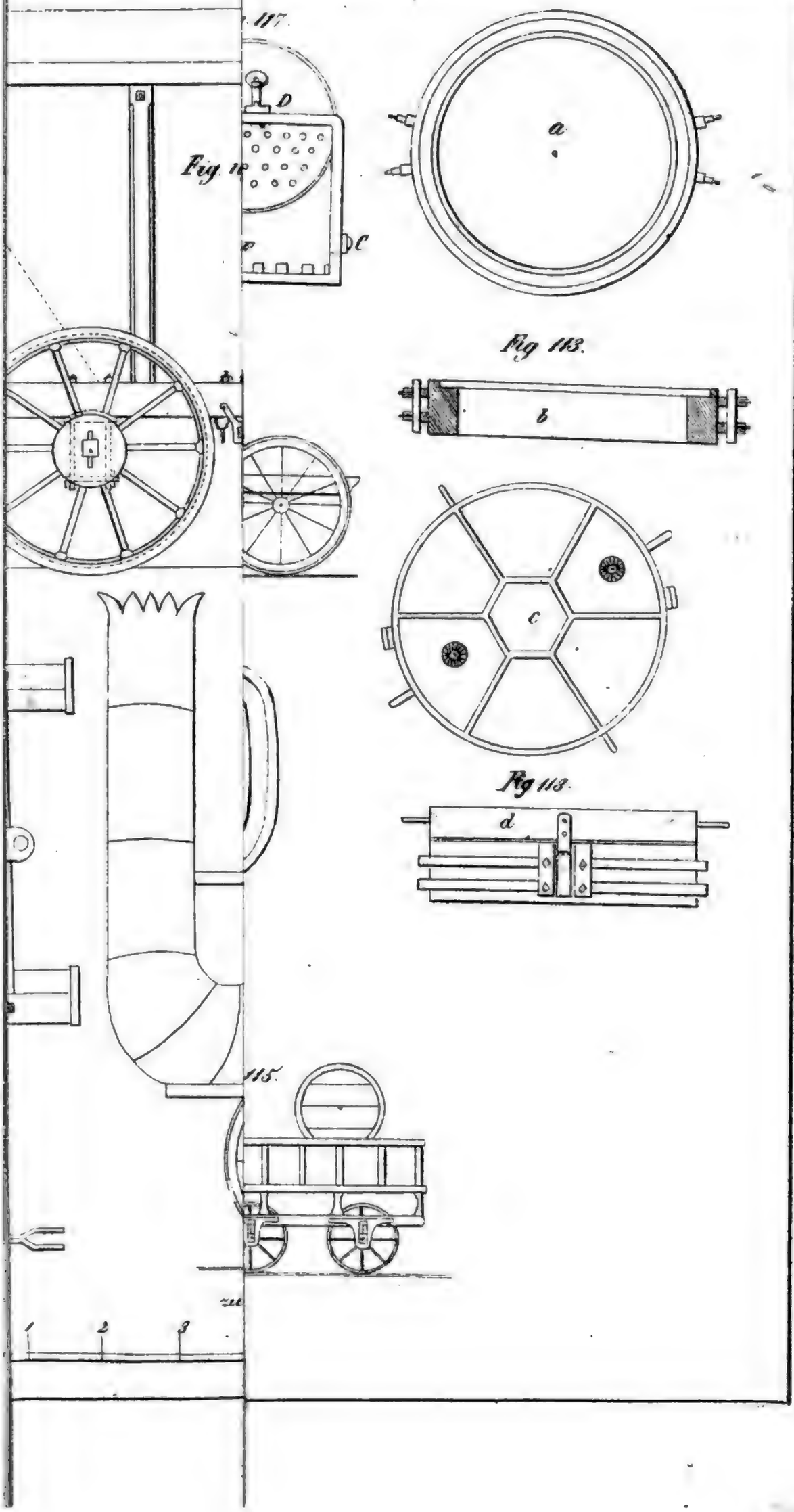


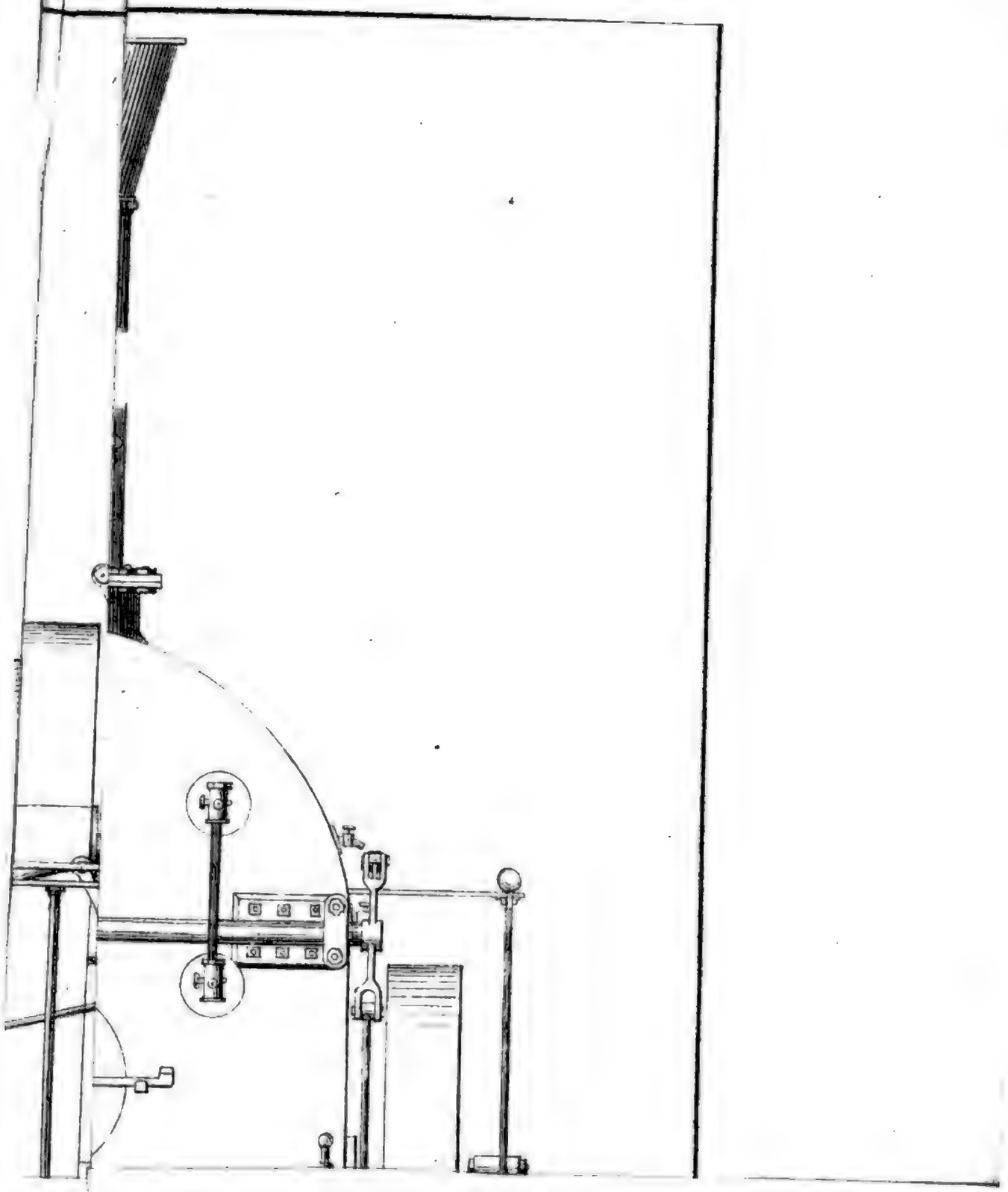
Fig. 97



Digitized by Google

Digitized by Google


117.
D
Fig. 112.
C
a
Fig 113.
b
c
Fig 114.
d
115.
zu
1
2
3



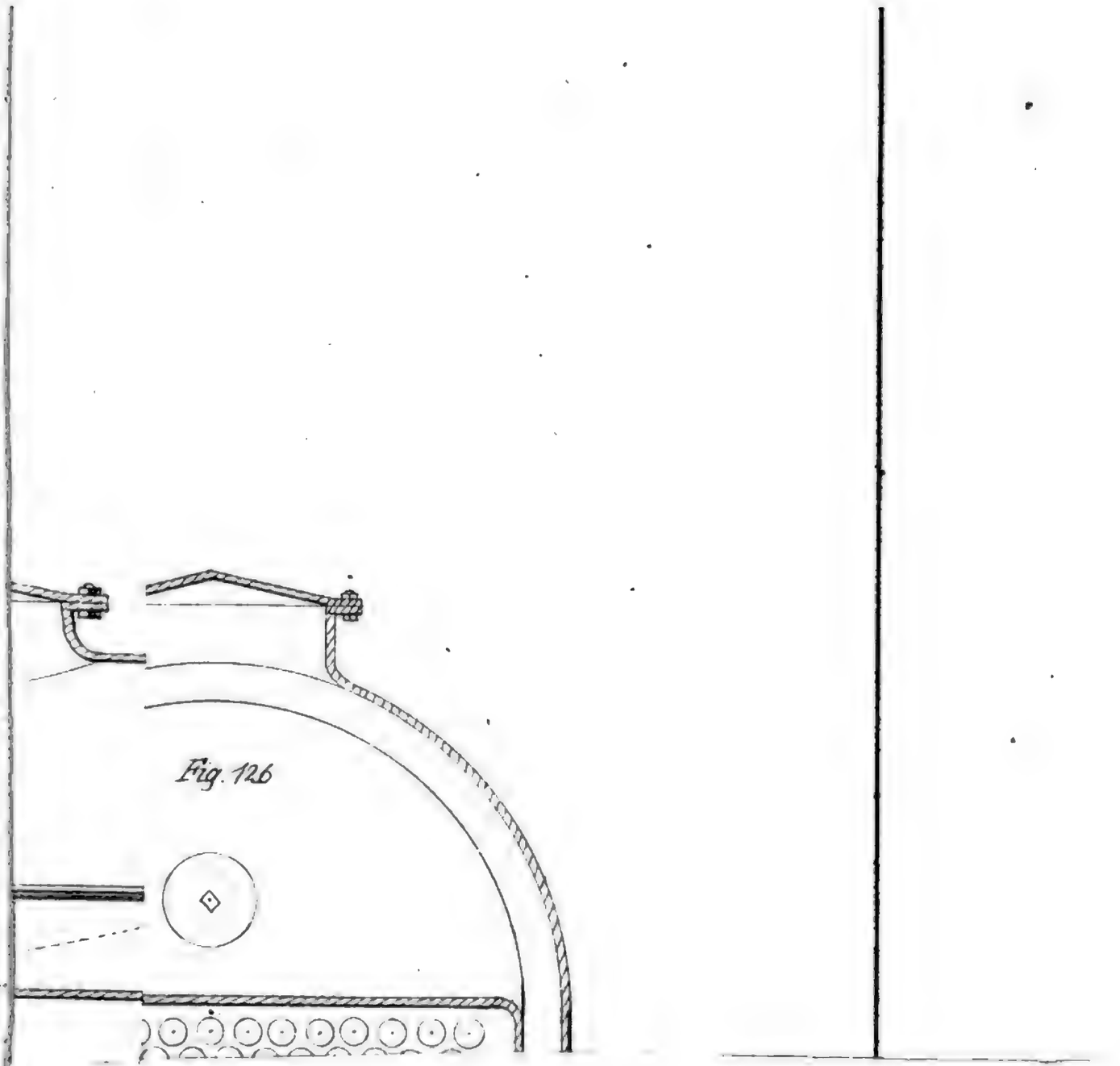
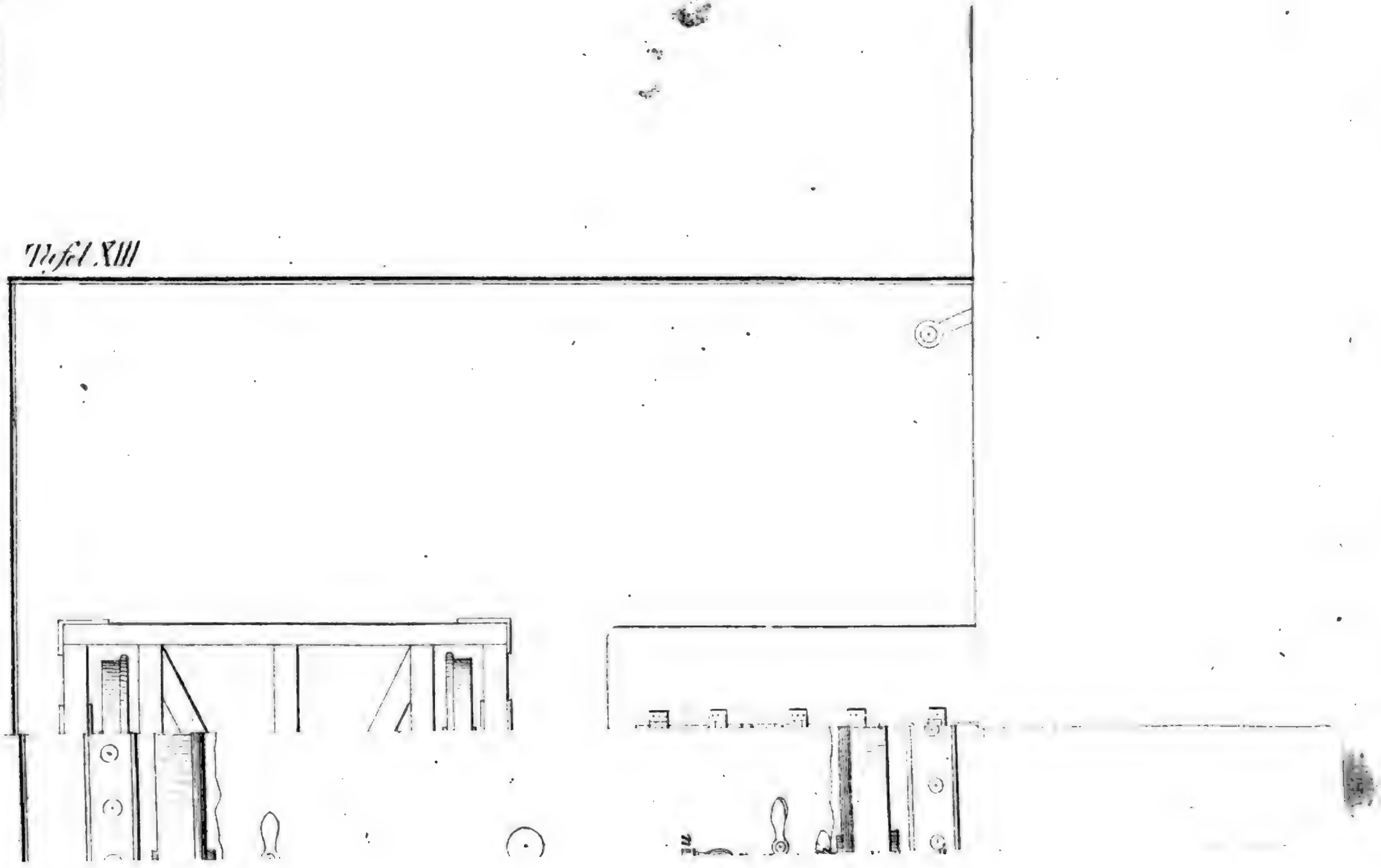
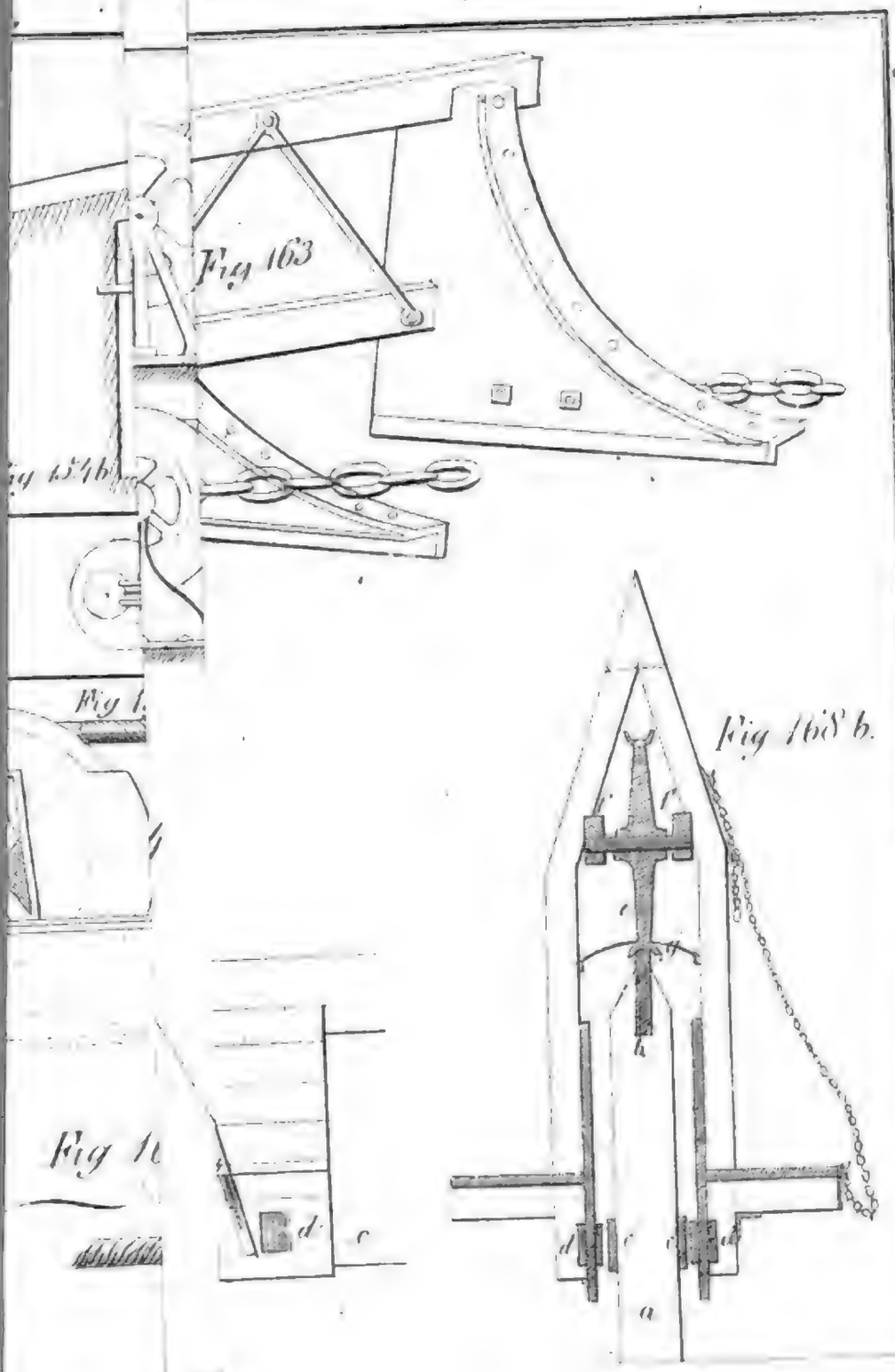


Fig. 126

Tafel XIII



Tafel XV.



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

To renew the charge, book must be brought to the desk.

DO NOT RETURN BOOKS ON SUNDAY

DATE DUE

CANCELLED
JUL 10 1969

Form 7079a 3-53 5M S

UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 02105 9046

Transportation Library
TF
145
.M33

Hartmann, C. F. A.
Praktisches handbuch über die anlage von eisenbahnen

Fig 1546
Fig

Tafel XV.

Fig 163

Fig 168 b.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

To renew the charge, book must be brought to the desk.

DO NOT RETURN BOOKS ON SUNDAY

DATE DUE

CANCELLED
JUL 10 1969

Form 7079a 3-53 5M S

UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 02105 9046

Transportation
Library
TF
145
.M33

Hartmann, C. F. A.
Praktisches handbuch über die anlage von eisenbahnen

Digitized by Google

Digitized by Google